



Drive control command unit for industrial machines

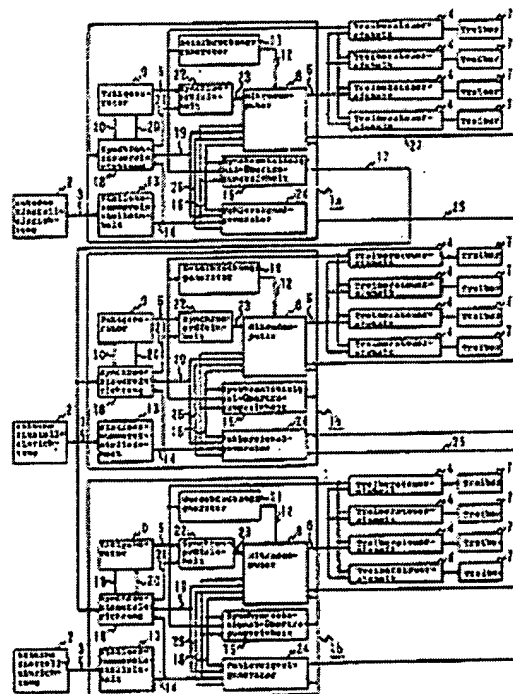
Patent number: DE19539519
Publication date: 1996-05-02
Inventor: TAKAKU HIDEAKI [JP]; TAKAKI NOBUYASU [JP]
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]
Classification:
- **international:** G05B19/418
- **european:** G05B19/418C1; G05B19/418E
Application number: DE19951039519 19951024
Priority number(s): JP19940260155 19941025

Also published as:

 US5777870 (A1)
 JP8123520 (A)

Abstract of DE19539519

The drive control command unit has an operating clock generator (9) and an interrupt generator (11) providing an interrupt signal for each cycle of the operating clock signal. A station number selector (13) determines the station number corresponding to operation as a master or slave drive control command units (1a, 1b). A synchronisation clock signal derived from the operating clock signal is provided during operation as a master drive control command, with a synchronisation control (18) only operative during operation as a slave drive control command, with a synchronisation start signal derived from an error condition signal provided by an error signal generator (24). A microcomputer provides a movement start signal in the master drive control command mode, with synchronisation control upon input of a movement start signal in the slave drive command mode.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Best Available Copy

This Page Blank (usp10)

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 39 519 A 1

⑤① Int. Cl.⁸:
G 05 B 19/418

⑳ Aktenzeichen: 195 39 519.0
㉑ Anmeldetag: 24. 10. 95
㉒ Offenlegungstag: 2. 5. 96

DE 195 39 519 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
25.10.94 JP 6-260155

⑦① Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

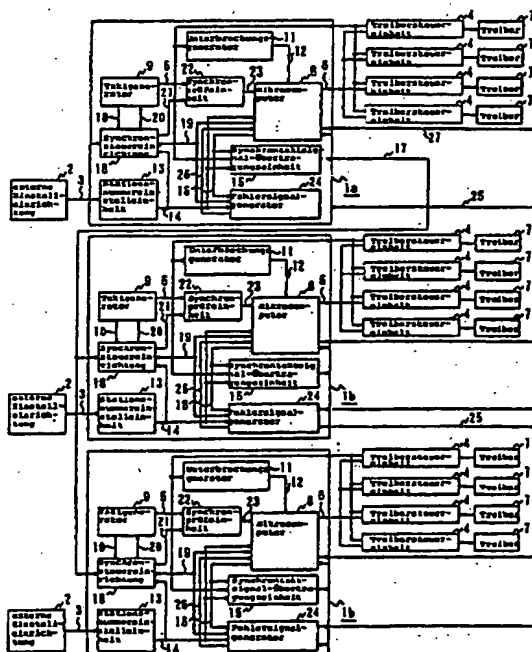
⑦④ Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

⑦② Erfinder:
Takaku, Hideaki, Nagoya, Aichi, JP; Takaki,
Nobuyasu, Nagoya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Antriebssteuerbefehlseinheit, Synchronsteuersystem für eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten, und Synchronsterverfahren für die Einheiten

⑤⑦ Es ist eine Antriebssteuerbefehlseinheit vorgesehen, die beim Aufbau eines Systems aus einer Vielzahl solcher Einheiten das System als Synchronsystem konfigurieren können, das einen von Gleichlaufabweichung freien Synchronbetrieb ausführen kann. Die Antriebssteuerbefehlseinheit hat einen Betriebstaktgenerator (9), der ein Betriebstakt signal erzeugt, und einen Unterbrechungsgenerator (11), der bei jedem Zyklus des Betriebstakt signals ein Unterbrechungssignal abgibt. Ferner sind vorgesehen eine Stationsnummereinstelleinheit (13), durch die eine Stationsnummer eingestellt wird, die anzeigt, ob die Antriebssteuerbefehlseinheit als Master oder als Slave betrieben wird; eine Synchrontakt signal-Übertragungseinrichtung (15), die nur wirksam ist, wenn die Einheit als Master verwendet wird, und die ein Synchrontakt signal auf der Basis des Betriebstakt signals abgibt; eine Synchronstervereinrichtung (18), die nur wirksam ist, wenn die Einheit als Slave verwendet wird, und die ein Synchronbetriebsstartsignal auf der Basis eines Fehlerzustandssignals, das einen Bereitschaftszustand eines Synchronbetriebs bezeichnet, und eines Synchrontakt signals, das von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit empfangen wird, abgibt. Eine Synchronprüfeinheit (22) beurteilt, ob der Betrieb einer Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit mit dem der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit synchronisiert ist, und ein Fehler signalgenerator (24) gibt auf der Basis des Fehlerzustandssignals ein Fehler signal ab.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 98 802 018/623

36/27

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anwendung auf dem Gebiet allgemeiner Industriemaschinen oder dergleichen, wobei eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten synchron mit der Bewegung einer Maschine synchron gesteuert wird. Beispielsweise betrifft die Erfindung eine Fertigungsstraße, an der mehrere Roboter verschiedene Arbeiten gleichzeitig synchron mit der Bewegung einer Fördereinrichtung ausführen. Die Erfindung betrifft auch ein Synchronsteuersystem für eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten sowie eine Antriebssteuerbefehlseinheit, die in dem Synchronsteuersystem verwendet wird.

Fig. 12 ist ein Blockdiagramm eines Synchronsystems für herkömmliche Antriebssteuerbefehlseinheiten. Dabei bezeichnen 144 die Antriebssteuerbefehlseinheit, 8 einen Mikrocomputer, der den Betrieb der jeweiligen Antriebssteuerbefehlseinheiten steuert, 9 einen Betriebstaktgenerator, der ein Betriebstaktsignal 5 erzeugt, 11 einen Unterbrechungsgenerator, der ein Unterbrechungssignal 12 abgibt, um den Mikrocomputer 8 auf der Basis des Betriebstaktsignals 5 zu unterbrechen, 4 eine Antriebssteuereinheit, deren Bewegung von der Antriebssteuerbefehlseinheit gesteuert wird, 145 einen Positionsdetektor, der ein Impulssignal 146 abgibt, das einem Drehwinkel entspricht, und 147 einen Impulszähler, der das Impulssignal 146 zählt.

Wenn bei den herkömmlichen Antriebssteuerbefehlseinheiten mit der oben erläuterten Auslegung die Stromversorgung für die jeweilige Antriebssteuerbefehlseinheit 144 eingeschaltet wird, beginnt der Betriebstaktgenerator 9 mit dem Betrieb, um das Betriebstaktsignal 5 zu erzeugen. Der Unterbrechungsgenerator 11 gibt das Unterbrechungssignal 12 an den Mikrocomputer 8 synchron mit dem Abfall des Betriebstaktsignals 5 ab. Auf der Basis des Unterbrechungssignalpegels entscheidet der Mikrocomputer 8, ob die Unterbrechung durch das Unterbrechungssignal 12 zugelassen werden kann. Wenn die Unterbrechung zugelassen werden kann, führt der Mikrocomputer den Unterbrechungsablauf durch das Unterbrechungssignal 12 aus. Dieser Unterbrechungsablauf ist für die verschiedenen Antriebssteuerbefehlseinheiten verschieden.

Es wird ein Fall beschrieben, in dem die Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten 144 synchron mit dem einzigen Positionsdetektor 145 betrieben wird. Zuerst gibt der Positionsdetektor 145 das Impulssignal 146 entsprechend seinem Drehwinkel gleichzeitig an die Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten 144 ab. In jeder Antriebssteuerbefehlseinheit 144 zählt der Impulszähler 147 das Impulssignal 146. Dann liest der Mikrocomputer 8 die Daten aus dem Impulszähler 147 aus und gibt einen Befehl an die Antriebssteuereinheit 4 ab, um sie entsprechend der Information zu steuern. Somit kann die Vielzahl der Antriebssteuerbefehlseinheiten 144 synchron mit der Rotation des einzigen Positionsdetektors 145 betrieben werden.

Fig. 13 zeigt ein herkömmliches Beispiel des Gleichlaufs zwischen Einheiten, der in einer Positioniereinheit gemäß der ungeprüften JP-Patentveröffentlichung (Kokai) 5-73147 durchgeführt wird. 148a bezeichnet eine Master-Positioniereinheit, 148b ist eine Slave-Positioniereinheit, 149 ist eine CPU, die die innere Verarbeitung einer Positioniersteuerung steuert, und 150 ist eine Kommunikationsschnittstelle, über die der Datenaustausch zwischen Master und Slave erfolgt. Master und Slave sind miteinander durch eine Datenübertragungs-

leitung 151 und eine Synchrontaktleitung 152 verbunden.

Bei dem so aufgebauten herkömmlichen Beispiel von Fig. 13 wird Positionsinformation auf der Datenübertragungsleitung 151 zwischen der Master-Positioniereinheit 148 und der Slave-Positioniereinheit 148 gesendet und empfangen, und die Positionsinformation wird über die Datenübertragungsleitung 151 zwischen der Master-Positioniereinheit 148a und der Slave-Positioniereinheit 148b zeitlich verzahnt, so daß der Gleichlauf von Master und Slave erreicht wird. Ein Taktsignal wird von der Master-Positioniereinheit 148 auf der Synchrontaktleitung 152 der Slave-Positioniereinheit 148b zugeführt, um den Zeitmultiplexbetrieb bei dem Ablauf des Sendens und Empfangens von Positionsinformationen und bei der Verarbeitung für eine Antriebseinheit durchzuführen und um den Zeitpunkt des Starts der Verarbeitung der Master-Positioniereinheit 148a an denjenigen der Slave-Positioniereinheit 148b anzupassen.

Fig. 14 zeigt ein herkömmliches Beispiel eines Synchronsystems, das in der ungeprüften JP-Patentveröffentlichung (Kokai) 3-154 450 beschrieben ist. 153 bezeichnet eine Empfangsschaltung, die ein Empfangssignal 154 von einer externen Einheit empfängt, 155 ist eine Zeitpunktentnahmeschaltung, die einen Empfangszeitpunkt 156 des Augenblicks, in dem das Empfangssignal 154 empfangen wird, entnimmt, 157 bezeichnet eine Zeitpunktabbruch-Detektierschaltung, die die Tatsache detektiert, daß der Pegel des Empfangssignals 154 unverändert ist und der Empfangszeitpunkt 156 nicht entnommen werden kann, 156 ist ein externes Taktsignal, das von einer externen Einheit zugeführt wird, 159 ist eine Externer-Taktabbruch-Detektierschaltung, die die Tatsache detektiert, daß sich der Pegel eines externen Taktsignals 158 nicht ändert, 160 ist eine Betriebsartsteuerschaltung, die zwischen der Betriebsart umschaltet, in der der Zeitpunkt der Abgabe eines Referenztaktsignals 163 mit einem von dem Empfangszeitpunkt 156, dem externen Taktsignal 158 oder dem internen Taktsignal koinzident gemacht wird, 161 ist ein Betriebsartwählschalter, und 162 ist ein Taktgenerator, der ein Referenztaktsignal 163 erzeugt.

Bei dem so aufgebauten herkömmlichen Beispiel von Fig. 14 wird das in der Empfangsschaltung 153 empfangene Empfangssignal 154 an die Zeitpunktentnahmeschaltung 155 abgegeben, und der Empfangszeitpunkt 156 wird synchron mit dem Empfangszeitpunkt in der Zeitpunktentnahmeschaltung 155 abgegeben. Auf der Basis der Detektiererergebnisse, die zeigen, ob die Zeitpunktabbruch-Detektierschaltung 157 und die Externer-Taktabbruch-Detektierschaltung 159 bei der Detektierung der Zeitpunkte erfolgreich waren, wählt die Betriebsartwählschaltung 160 eine der drei Betriebsarten, d. h. das von der Zeitpunktentnahmeschaltung 155 abgegebene Zeitpunktsignal, das von außen zugeführte externe Taktsignal 158 oder den internen Betrieb. Das von der Betriebsartsteuerschaltung 160 gewählte Ausgangssignal wird in den Taktgenerator 162 eingegeben, der wiederum das Referenztaktsignal 163 erzeugt.

Wenn ein Synchronsystem mit einer Vielzahl von herkömmlichen Antriebssteuerbefehlseinheiten entsprechend denjenigen der Fig. 12 und 13 aufgebaut ist, sind die Betriebstaktsignale der Antriebssteuerbefehlseinheiten in einer vollständig asynchronen Weise wirksam. Auch wenn die Hauptschalter beispielsweise gleichzeitig eingeschaltet werden, kann der Unterschied in den Charakteristiken der Stromversorgungen dazu führen,

daß der Zeitpunkt der Zuführung der Netzspannung bei einer Antriebssteuerbefehlseinheit von dem bei einer anderen Antriebssteuerbefehlseinheit abweicht, wie Fig. 15A zeigt. Das bewirkt, daß die Betriebstaktsignale der Master- und Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten voneinander abweichen. Auch wenn der Zeitpunkt der Zuführung der Netzspannung im Master mit demjenigen im Slave übereinstimmt, wie Fig. 15B zeigt; kann ein Unterschied im Synchronismus der Betriebstaktsignale der Antriebssteuerbefehlseinheiten auftreten, und zwar wegen der unterschiedlichen Charakteristiken von Komponenten wie Quarzschwingern und Zählern, die die Taktgeneratoren bilden. In einem solchen Fall akkumulieren sich die Abweichungen der Betriebstaktsignale. Infolgedessen arbeiten die Antriebssteuerbefehlseinheiten unabhängig auf der Basis der jeweiligen Betriebstaktsignale, die zu verschiedenen Zeitpunkten, die den Einheiten eigen sind, erzeugt werden. Auch wenn eine Synchronisierung nach Maßgabe nur eines Synchrontaktsignals vorgesehen ist, das von außen zugeführt wird, wird ein Zeitfehler, der dem Maximum eines Zyklus des Betriebstaktsignals entspricht, durch die Zyklen des Betriebstaktsignals bei dem Betrieb der Antriebssteuerbefehlseinheiten erzeugt. Wenn die Antriebssteuerbefehlseinheiten schnell betrieben werden, wird die Positionsabweichung zwischen den Antriebssteuerbefehlseinheiten aufgrund der Gleichlaufabweichung so auffällig, daß ein Zusammenwirken zwischen der Vielzahl von Maschinen nicht erzielt werden kann.

Wenn ein Synchronsystem unter Verwendung einer Vielzahl von herkömmlichen Antriebssteuerbefehlseinheiten und eines einzigen Sets von Positionsdetektoreinheiten aufgebaut ist, liest jede der Antriebssteuerbefehlseinheiten die Positionsinformation von der Positionsdetektoreinheit mit dem der Einheit eigenen Verarbeitungstakt aus und steuert jeweils unabhängig die entsprechende Antriebssteuerbefehlseinheit auf der Basis der Positionsinformation. Zusätzlich zu dem Zeitfehler, der einem Zyklus des Betriebstaktsignals entspricht, tritt ein weiterer Zeitfehler auf, der einem Lesezyklus entspricht. Wenn eine Abnormalität in der von einer Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Positionsinformation vorhanden ist, wird der Synchronbetrieb fortgesetzt, während nur diese Antriebssteuerbefehlseinheit außer Gleichlauf ist.

Ferner kann das herkömmliche Beispiel des Synchronsystems gemäß Fig. 14 den Zeitpunktabbruchfehler nur dann detektieren, wenn das externe Taktsignal oder das Empfangssignal nicht von einer externen Einheit zugeführt wird. Auch wenn der Zeitpunkt des Empfangs des Empfangssignals oder des externen Taktsignals der Master-Einheit von dem der Slave-Einheit abweicht, so daß Master und Slave in bezug auf Gleichlauf voneinander abweichen, kann daher der asynchrone Zeitpunkt nicht detektiert werden, und die zeitliche Steuerung des Betriebs des Masters unterscheidet sich von derjenigen der Slave-Einheit, was dazu führt, daß der Gleichlaufbetrieb nicht mehr beibehalten werden kann.

Die Erfindung soll die vorstehend angesprochenen Probleme lösen. Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer Antriebssteuerbefehlseinheit, die dann, wenn eine Vielzahl solcher Einheiten ein System bilden, das System als Synchronsystem konfigurieren kann, wobei die Vielzahl von Einheiten synchron bzw. frei von Gleichlauf Fehlern betrieben werden kann, oder die dann, wenn ein einziges Set von Positionsdetektoreinheiten und eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten ein System bilden, das System als ein Syn-

chronsystem konfigurieren kann, wobei die Vielzahl von Einheiten synchron bzw. frei von Gleichlauf Fehlern nur dann betrieben werden kann, wenn sämtliche Einheiten normalerweise Positionsinformation von der Positionsdetektoreinheit empfangen.

Die Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung weist folgendes auf: einen Unterbrechungsgenerator, der in jedem Zyklus eines Betriebstaktsignals, das von einem Betriebstaktgenerator erzeugt wird, ein Unterbrechungssignal abgibt; eine Synchrontaktsignal-Abgabereinrichtung, die nur dann, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, ein Synchrontaktsignal auf der Basis des Betriebstaktsignals abgibt; eine Synchronsteuereinrichtung, die nur dann, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, ein Synchronbetriebsstartsignal auf der Basis eines Fehlerzustandssignals, das einen Synchronbetriebs-Bereitschaftszustand und einen Synchronzustand bezeichnet, und des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals abgibt; eine Synchronprüfeinheit, die entscheidet, ob der Betrieb der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit mit dem Betrieb der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit synchron ist; einen Fehlersignalgenerator, der auf der Basis des Fehlerzustandssignals ein Fehlersignal abgibt; und einen Mikrocomputer, der, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, ein Bewegungsstartsignal abgibt und eine Synchronsteuerung durchführt und der, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, eine Synchronsteuerung nach Maßgabe einer Eingabe eines Bewegungsstartsignals durchführt.

Ferner weist die Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung folgendes auf: einen Zwischenspeicher zum Zwischenspeichern des Werts eines Zählers in dem Moment, in dem sich der Pegel eines Synchrontaktsignals ändert, wobei der Zähler ein von einem Quarzschwinger abgegebenes Taktsignal in $1/N$ Teile teilt, um ein Betriebstaktsignal zu erzeugen; und eine Synchronprüfeinheit, die den Speicherinhalt des Zwischenspeichers mit einem vorher eingestellten Wert vergleicht und prüft, ob die Synchronisierung normal ist.

Ferner weist das Synchronsteuersystem für Antriebssteuerbefehlseinheiten gemäß der Erfindung auf: eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit, die ein Synchrontaktsignal und ein Bewegungsstartsignal an eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit abgibt; und eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit, die ein Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit auf der Basis des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals synchronisiert und einen Synchronbetrieb auf der Basis des empfangenen Bewegungsstartsignals ausführt.

Die Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung weist ferner auf: einen Mikrocomputer, der, wenn die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit verwendet wird, ein Bewegungsstartsignal abgibt und einen Synchronbetrieb ausführt und, wenn die Einheit als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit verwendet wird, eine Synchronsteuerung aufgrund einer Eingabe eines Bewegungsstartsignals durchführt; einen Unterbrechungsgenerator, der in jedem Zyklus eines von dem Betriebstaktgenerator erzeugten Betriebstaktsignals ein Unterbrechungssignal an den Mikrocomputer abgibt; einen Parallel-Seriell-Wandler, der, wenn die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, parallele Daten vom Mikrocomputer in seri-

le Daten umwandelt; einen Seriell-Parallel-Wandler, der, wenn die Einheit als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangene serielle Daten in parallele Daten umwandelt, die in dem Mikrocomputer verarbeitet werden können; einen Schiebetaktsignalgenerator, der ein Schiebetaktsignal abgibt, das den Takt bestimmt, mit dem der Parallel-Seriell-Wandler oder der Seriell-Parallel-Wandler die seriellen Daten aussendet oder empfängt; und einen Codevergleicher, der, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, doppelt empfangene serielle Daten miteinander vergleicht und prüft, ob eine Abnormalität vorliegt, und eine Betriebsart zum Umschalten eines Betriebszustands von einem asynchronen Betrieb in einen synchronen Betrieb oder umgekehrt erkennt.

Ferner weist die Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung auf: einen Unterbrechungsgenerator, der in jedem Zyklus eines von dem Betriebstaktgenerator erzeugten Betriebstaktsignals ein Unterbrechungssignal an den Mikrocomputer abgibt; eine Synchrontaktsignal-Abgabereinrichtung, die nur dann, wenn die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, ein Synchrontaktsignal auf der Basis des Betriebstaktsignals abgibt; eine Synchronsteuereinrichtung, die nur dann, wenn die Einheit als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, ein Synchronbetriebsstartsignal auf der Basis eines Fehlerzustandssignals, das einen Synchronbetrieb-Bereitschaftszustand und einen Synchronzustand bezeichnet, und des Synchrontaktsignals, das von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangen wird, abgibt; eine Synchronprüfeinheit, die entscheidet, ob der Betrieb der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit mit dem Betrieb der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit synchron ist; einen Fehlersignalgenerator, der auf der Basis des Fehlerzustandssignals ein Fehlersignal abgibt; einen Parallel-Seriell-Wandler, der ein Anforderungssignal abgibt, um von einer Positionsdetektoreinrichtung die Übertragung von Positionsinformation nach Maßgabe von Anforderungsinformation von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit anzufordern; einen Seriell-Parallel-Wandler, der die in serieller Form von der Positionsdetektoreinrichtung empfangenen Positionsdaten in parallele Daten umwandelt; und eine Kommunikationsprüfeinrichtung, die prüft, ob die Positionsinformation normal eingegeben wird.

Wenn ferner bei der Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung in einer zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit ein Kommunikationsfehler auftritt, werden ein Fehlersignalgenerator und ein Fehlersignal, die bei der Synchronprüfung genutzt werden, gemeinsam genutzt, um das Auftreten des Kommunikationsfehlers an eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit zu melden.

Ein Synchronsteuersystem für Antriebssteuerbefehlseinheiten gemäß der Erfindung weist folgendes auf: eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit, die ein Synchrontaktsignal und ein Bewegungsstartsignal an eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit abgibt, ein Anforderungssignal an eine Positionsdetektoreinrichtung abgibt und einen Synchronbetrieb synchron mit Positionsinformation von der Positionsdetektoreinrichtung ausführt; und eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit, die ein Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit auf der Basis des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals synchronisiert und einen Synchronbetrieb synchron mit dem empfangenen Bewegungsstartsignal und den Posi-

tionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung ausführt.

Gemäß der Erfindung gibt die Synchrontaktsignal-Abgabereinrichtung das Synchrontaktsignal auf der Basis des Betriebstaktsignals nur ab, wenn die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, und die Synchronsteuereinrichtung gibt das Synchronbetriebs-Startsignal auf der Basis des Fehlerzustandssignals, das einen Synchronbetrieb-Bereitschaftszustand und einen Synchronzustand bezeichnet, und des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals nur ab, wenn die Einheit als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird. Daher kann das Betriebstaktsignal der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit zum gleichen Zeitpunkt wie das der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit erzeugt werden.

Ferner sind der Zwischenspeicher zur Zwischenspeicherung des Werts des Zählers zur Teilung eines von einem Quarzschwinger abgegebenen Taktsignals in $1/N$ Teile, um das Betriebstaktsignal in dem Moment zu erzeugen, in dem sich der Pegel des Synchrontaktsignals ändert, und die Synchronprüfeinrichtung vorgesehen, die den Inhalt des Zwischenspeichers mit einem vorher vorgegebenen Wert vergleicht, um zu prüfen, ob die Synchronisierung normal ist. Es ist somit möglich zu beurteilen, ob das Betriebstaktsignal der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit hinsichtlich des Gleichlaufs von demjenigen der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit abweicht.

Ferner sind vorgesehen: ein Mikrocomputer, der, wenn die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, ein Bewegungsstartsignal abgibt und eine Synchronsteuerung ausführt, und der, wenn die Einheit als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, eine Synchronsteuerung nach Maßgabe einer Eingabe eines Bewegungsstartsignals ausführt; der Unterbrechungsgenerator, der ein Unterbrechungssignal in jedem Zyklus des von dem Betriebstaktgenerator erzeugten Betriebstaktsignals abgibt; der Parallel-Seriell-Wandler, der, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, parallele Daten vom Mikrocomputer in serielle Daten umwandelt; der Seriell-Parallel-Wandler, der, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangene serielle Daten in parallele Daten umwandelt, die in dem Mikrocomputer verarbeitet werden können; der Schiebetaktsignalgenerator, der ein Schiebetaktsignal abgibt, das den Zeitpunkt bestimmt, zu dem der Parallel-Seriell-Wandler oder der Seriell-Parallel-Wandler die seriellen Daten aus sendet oder empfängt; und die Codevergleichseinrichtung, die, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit betrieben wird, doppelt empfangene serielle Daten miteinander vergleicht und prüft, ob eine Abnormalität vorliegt, und die eine Betriebsart erkennt, um einen Betriebszustand von einem Asynchronbetrieb in einen Synchronbetrieb oder umgekehrt umzuschalten. Somit können die Betriebszustände von Antriebssteuerbefehlseinheiten, die momentan in Betrieb sind, von dem Asynchronbetrieb in den Synchronbetrieb oder umgekehrt umgeschaltet werden.

Ferner sind vorgesehen: die erste Antriebssteuerbefehlseinheit, die das Synchrontaktsignal und das Bewegungsstartsignal an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit abgibt, das Anforderungssignal an die Positionsdetektoreinrichtung abgibt und einen Synchronbetrieb synchron mit Positionsinformation von der Positionsdetektoreinrichtung ausführt; und die zweite Antriebs-

steuerbefehlseinheit, die ein Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit auf der Basis des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals synchronisiert und einen Synchronbetrieb synchron mit dem Bewegungsstartsignal und Positionsinformation von der Positionsdetektoreinrichtung ausführt. Daher kann eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten synchron mit der Rotation eines einzigen Sets von Positionsdetektoreinrichtungen, die Positionsinformation abgeben, betrieben werden.

Wenn bei der Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung ein Kommunikationsfehler in einer zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit auftritt, werden ein Fehlersignalgenerator und ein Fehlersignal, die bei der Synchronprüfung genutzt werden, gemeinsam genutzt, um das Auftreten des Kommunikationsfehlers an eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit zu melden. Daher kann der Aufbau der Schaltung vereinfacht und die Anzahl der Leitungsdrähte verringert werden.

Bei einem Synchronsteuersystem, das eine Positionsdetektoreinrichtung und eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten aufweist, kann gemäß dem Synchronsteuerverfahren, bei dem, wenn ein Kommunikationsfehler in einer ersten oder einer zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit auftritt, die erste Antriebssteuerbefehlseinheit ein Anforderungssignal erneut an die Positionsdetektoreinrichtung übermitteln, so daß nur die Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Kommunikationsfehler auftritt, erneut eine Positionsinformation empfangen kann, so daß die Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Kommunikationsfehler auftritt, sofort normale Positionsinformation empfangen kann. Daher kann die Gleichlaufabweichung im Fall eines Kommunikationsfehlers auf ein Minimum unterdrückt werden, und ein normaler Synchronbetrieb, der frei von Gleichlaufabweichungen ist, kann sehr rasch wieder hergestellt werden.

Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Blockdiagramm des Synchronsystems für Antriebssteuerbefehlseinheiten gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Schaltbild der Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung;

Fig. 3A bis 3C Wellenformdiagramme, die den Betrieb der Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung veranschaulichen;

Fig. 4 ein Flußdiagramm, das ein Verfahren zur Steuerung eines Synchronbetriebs gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 5 ein Blockdiagramm einer Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung, die Einrichtungen zum Umschalten der Betriebsart hat;

Fig. 6 ein Flußdiagramm, das ein Synchronsteuerverfahren der Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 7 ein Synchrontakttdiagramm der Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung;

Fig. 8 ein Blockdiagramm eines Synchronsystems für Antriebssteuerbefehlseinheiten unter Verwendung einer einzigen Positionsdetektoreinrichtung gemäß der Erfindung;

Fig. 9 ein Schaltbild einer Antriebssteuerbefehlseinheit gemäß der Erfindung, die das Synchronsystem unter Verwendung der einzigen Positionsdetektoreinrichtung bildet;

Fig. 10 ein Flußdiagramm, das ein Kommunikationssteuerverfahren gemäß der Erfindung der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit bei der Kommunikation zwischen der Einheit und der Positionsdetektoreinrichtung zeigt;

Fig. 11 ein Flußdiagramm, das ein Kommunikationssteuerverfahren gemäß der Erfindung einer Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit bei der Kommunikation zwischen der Einheit und der Positionsdetektoreinrichtung zeigt;

Fig. 12 ein Blockdiagramm eines Synchronsystems für herkömmliche Antriebssteuerbefehlseinheiten;

Fig. 13 ein Blockdiagramm eines Synchronsystems von herkömmlichen Positioniereinheiten;

Fig. 14 ein Blockdiagramm eines Synchronsystems von herkömmlichen digitalen Einheiten; und

Fig. 15A und 15B Wellenformdiagramme, die die Operation eines Betriebstaktsignals einer herkömmlichen Antriebssteuerbefehlseinheit zeigen.

Ausführungsform 1

Das Blockdiagramm von Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des Synchronsteuersystems für eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten. Dabei kann dieselbe Antriebssteuerbefehlseinheit entweder als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit (nachstehend als "Master" bezeichnet) oder als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (nachstehend als "Slave" bezeichnet) verwendet werden. In der Figur bezeichnet 1a eine Antriebssteuerbefehlseinheit, die als Master betrieben wird, und 1b bezeichnet eine Antriebssteuerbefehlseinheit, die als Slave betrieben wird. 2 ist eine externe Einstelleinrichtung, durch die der Bediener eine Stationsnummer einstellen kann, die angibt, ob die entsprechende Antriebssteuerbefehlseinheit 1a oder 1b als Master oder als Slave mit n-tem Rang betrieben wird. Die externe Einstelleinrichtung 2 gibt ein externes Einstellsignal 3 an die jeweiligen Antriebssteuerbefehlseinheiten 1a und 1b ab. 4 bezeichnet eine Treibersteuereinheit, die die Bewegung eines Treibers 7 nach Maßgabe eines Betriebstaktsignals 5 und eines Befehls werts 6 steuert, der von der entsprechenden Antriebssteuerbefehlseinheit 1a oder 1b abgegeben wird.

8 ist ein Mikrocomputer, der den Betrieb der Antriebssteuerbefehlseinheit 1a oder 1b steuert, 9 ist ein Betriebstaktgenerator, der das Betriebstaktsignal 5 zur Durchführung der Bewegungssteuerung erzeugt, und 11 ist ein Unterbrechungsgenerator, der das Betriebstaktsignal 5 empfängt und an den Mikrocomputer 8 ein Unterbrechungssignal 12 abgibt. 13 ist eine Stationsnummereinstelleinrichtung, die das externe Einstellsignal 3 empfängt und ein Stationsnummereinstellsignal 14 abgibt, das angibt, ob die Antriebssteuerbefehlseinheit 1a oder 1b als Master oder als Slave betrieben wird (diese Betriebsarten sind nachstehend als Master-Betriebsart bzw. Slave-Betriebsart bezeichnet).

15 ist eine Synchrontaktsignal-Abgabeeinrichtung, die nur wirksam ist, wenn die Master-Betriebsart eingestellt ist, und die ein Synchrontaktsignal 17 auf der Basis des Betriebstaktsignals 5 und eines Synchrontaktabgabebefehlssignals 16, das von dem Mikrocomputer 8 abgegeben wird, abgibt. 18 ist eine Synchronsteuerungseinrichtung, die nur wirksam ist, wenn die Slave-Betriebsart eingestellt ist, und die ein Synchronbetriebsstartsignal 20 und ein Synchronprüftriggersignal 21 auf der Basis des Synchrontaktsignals 17, das von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a empfangen wird, und

eines Fehlerzustandssignals 19 vom Mikrocomputer 8 abgibt. 22 ist eine Synchronprüfeinrichtung, die den Synchronzustand auf der Basis des Betriebstaktsignals 5 und des Synchronprüftriggersignals 21 prüft und ein Synchronzustandssignal 23 abgibt.

24 ist ein Fehlersignalgenerator, der in der Master-Betriebsart ein Fehlersignal 25 von der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b empfängt und das Auftreten des Fehlers in dem Slave an den Mikrocomputer 8 durch ein Slave-Fehlersignal 26 meldet, und in der Slave-Betriebsart das Fehlersignal 25 auf der Basis des Stationsnummereinstellsignals 14 und des Fehlerzustandssignals 19 abgibt. 27 ist ein Bewegungsstartsignal zum gleichzeitigen Starten des Synchronbetriebs.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel einer Schaltung, die den Block der Antriebssteuerbefehlseinheit 1 (1a, 1b), die das Synchronsteuersystem von Fig. 1 bildet, realisiert. Der Betriebstaktgenerator 9 besteht aus einem Quarzschwinger 28 und Zählern 29 und 30. Der Zähler 29 dividiert ein Taktsignal vom Quarzschwinger 28 durch 2 und erzeugt ein internes Taktsignal 10. Wenn das Synchronbetriebsstartsignal 20, das dem Rücksetzeingang des Zählers 30 zugeführt wird, einen hohen bzw. H-Pegel hat, dividiert der Zähler 30 das interne Taktsignal 10 durch 2¹⁰, um das Betriebstaktsignal 5 zu erzeugen.

Der Unterbrechungsgenerator 11 besteht aus Flipflops 31 und 32 und einem NAND-Glied 33. Synchron mit dem Anstieg des Betriebstaktsignals 5 setzt der Unterbrechungsgenerator das Unterbrechungssignal 12 auf den niedrigen bzw. L-Pegel für 1 Taktimpulsperiode des internen Taktsignals 10, um an den Mikrocomputer 8 eine Unterbrechungsanforderung abzugeben. Die Synchrontaktsignal-Abgabeeinrichtung 15 besteht aus einem NAND-Glied 34 und einem Dreizustands-Schaltglied 35 und gibt im Fall der Master-Betriebsart ein Synchrontaktsignal 17a ab.

Die Synchronsteuereinrichtung 18 besteht aus einem Dreizustands-Schaltglied 36, Flipflops 37 und 38, einem ODER-Glied 39 und einem UND-Glied 40. In der Slave-Betriebsart setzt die Synchronsteuereinrichtung das Synchronbetriebsstartsignal 20 für 1 Taktimpulsperiode des internen Taktsignals 10 auf den L-Pegel, und zwar synchron mit dem Abfall eines Synchrontaktsignals 17b. Die Synchronprüfeinrichtung 22 besteht aus einem Nichtglied 41 und einem Zwischenspeicher 42 und hält den Wert des Zählers 30 in dem Moment, in dem das Synchrontaktsignal 17b abfällt. Der Fehlersignalgenerator 24 besteht aus UND-Gliedern 43 und 44, einem Nichtglied 45, einem ODER-Glied 46, einem NOR-Glied 47 und Dreizustands-Schaltgliedern 48 und 49 und gibt ein Fehlersignal 25a an die Antriebssteuerbefehlseinheit der vorhergehenden Stufe auf der Basis des Synchronaktabgabe-Erlaubnissignals 16, des Fehlerzustandssignals 19 und eines Fehlersignals 25b ab, das von der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b der anschließenden Stufe zugeführt wird.

Ein Bewegungsstartsignal 27a wird von dem Mikrocomputer 8 im Fall der Master-Betriebsart abgegeben und gleichzeitig über ein Dreizustands-Schaltglied 50 in alle Antriebssteuerbefehlseinheiten 1a und 1b eingegeben. 51 ist ein Dreizustands-Pufferelement, das die Abgabe des Betriebstaktsignals für die Antriebssteuerbe-
einheiten 4 nach Maßgabe eines Betriebstaktabgabe-Erlaubnissignals 52 vom Mikrocomputer 8 steuert, und 53 ist ein Rücksetzschalter, der dann, wenn die Stromversorgung der Antriebssteuerbefehlseinheit oder ein externer Rücksetzschalter eingeschaltet wird, ein Rücksetzsignal auf den L-Pegel setzt, um die Komponenten

rückzusetzen.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 4 der Betrieb der Antriebssteuerbefehlseinheit von Fig. 2 in dem Fall erläutert, in dem die Einheit bei der Ausführungsform 1 gemäß Fig. 1 angewandt wird. Die Fig. 3A bis 3C sind Wellenformdiagramme, die den Betrieb der Antriebssteuerbefehlseinheit verdeutlichen. Fig. 3A zeigt den Betrieb der Master-Einheit im Fall des Synchronbetriebs, Fig. 3B zeigt den Betrieb einer Slave-Einheit im Fall des Synchronbetriebs, und Fig. 3C zeigt den Betrieb der Slave-Einheit im Fall des asynchronen Betriebs. Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm eines Programms zur Steuerung des Synchronbetriebs der Antriebssteuerbefehlseinheit.

Zuerst wird der Fall der Durchführung des Synchronbetriebs beschrieben. Wenn eine Stromversorgung 54a der Antriebssteuerbefehlseinheit 1a, die als Master zur Steuerung der Slaves für die Durchführung des Synchronbetriebs betrieben werden soll, eingeschaltet wird, nimmt ein Rücksetzsignal 55a den H-Pegel an. Dadurch startet der Mikrocomputer 8 die Ausführung des Programms zur Steuerung des Synchronbetriebs. Wenn der Bediener in der externen Einstelleinrichtung 2 die Verwendung als Master-Antriebssteuerbefehlseinheit oder als Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit mit n-tem Rang einstellt, gibt die externe Einstelleinrichtung 2 das externe Einstellsignal 3 ab, das die Stationsnummer bezeichnet. Die Stationsnummereinstelleinrichtung 13 beurteilt den Inhalt des externen Einstellsignals 3. Wenn die Einheit als der Master eingestellt worden ist, bewirkt die Stationsnummereinstelleinrichtung 13, daß ein Stationsnummereinstellsignal 14a für die Master-Betriebsart den H-Pegel annimmt, ein Stationsnummereinstellsignal 14b für die Slave-Betriebsart den L-Pegel annimmt und ein Stationsnummereinstellsignal 14c für die letzte Station den L-Pegel annimmt.

Der Mikrocomputer 8 liest in Schritt 1001 diese Stationsnummereinstellsignale 14a bis 14c aus. Wenn in Schritt 1002 eines der Stationsnummereinstellsignale 14a und 14b den H-Pegel hat, entscheidet der Mikrocomputer, daß der Synchronbetrieb auszuführen ist, und wenn beide Stationsnummereinstellsignale 14a und 14b den L-Pegel haben, entscheidet er, daß der Asynchronbetrieb auszuführen ist. Im Fall des Asynchronbetriebs führt der Mikrocomputer 8 die Schritte 1024 bis 1027 aus, und im Fall des Synchronbetriebs führt er die Schritte 1003 bis 1023 aus. In Schritt 1003 fragt der Mikrocomputer 8 ab, welches Stationsnummereinstellsignal 14a oder 14b den H-Pegel hat. Wenn das Stationsnummereinstellsignal 14a des Masters den H-Pegel hat, wird die Einheit als Master bestimmt, und wenn das Stationsnummereinstellsignal 14b des Slaves den L-Pegel hat, wird die Einheit als Slave bestimmt. Wenn die Einheit als der Master verwendet wird, wird Schritt 1004 ausgeführt, und wenn die Einheit als Slave verwendet wird, wird Schritt 1014 ausgeführt.

Zuerst wird der Ablauf bei Verwendung der Antriebssteuerbefehlseinheit als Master beschrieben. Wenn die Stromversorgung der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b eingeschaltet wird und die Vorbereitungen für den Synchronbetrieb wie etwa die Einstellung der Stationsnummer beendet sind, nimmt das Fehlersignal 25a, das in den Fehlersignalgenerator 24a des Masters von dem Fehlersignalgenerator 24b des Slaves eingegeben wird, den H-Pegel an. In Schritt 1004 fragt der Mikrocomputer 8 den Pegel des Fehlersignals 25a ab. Während der Periode, in der das Fehlersignal 25a den L-Pegel hat und die Vorbereitung nicht abgeschlos-

sen ist, wird in Schritt 1005 in dem Mikrocomputer 8 eine Vorbereitung-unvollständig-Warnung abgegeben, und der Ablauf springt zu Schritt 1004 zurück, um auf die Vollendung der Vorbereitung zu warten.

Wenn das Fehlersignal 25a den H-Pegel annimmt, setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1006 das Synchronkontaktabgabe-Erlaubnissignal 16 auf den H-Pegel, so daß die Abgabe des Synchrontaktsignals 17a erlaubt wird. Dadurch wird das Dreizustands-Schaltelement, 35 freigegeben, so daß die Abgabeoperation durchgeführt und das Synchrontaktsignal 17a von dem Dreizustands-Schaltelement 35 an die Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b abgegeben wird. Das Betriebstaktabgabe-Erlaubnissignal 52 nimmt in Schritt 1004 den L-Pegel an, und somit wird das Dreizustands-Schaltelement 51 freigegeben zur Durchführung der Abgabeoperation, so daß das Betriebstaktsignal 55a den Antriebssteuereinheiten 4 zugeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird das Unterbrechungssignal 12a synchron mit dem Anstieg des Betriebstaktsignals 5a erzeugt, das dem Unterbrechungsgenerator 11 zugeführt wird. Das Unterbrechungssignal 12a wird in den Mikrocomputer 8 eingegeben, der seinerseits den Ablauf zur Steuerung der Positionen und Geschwindigkeiten der Antriebssteuereinheiten 4 ausführt.

In Schritt 1008 wird das Fehlersignal 25a daraufhin geprüft, ob es auf dem H-Pegel bleibt, wodurch abgefragt wird, ob der Synchronzustand der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b befriedigend ist. Wenn der Synchronzustand nicht befriedigend ist und das Fehlersignal 25a den L-Pegel hat, hält der Mikrocomputer 8 in Schritt 1009 den Synchronbetrieb an und gibt dann intern einen Gleichlaufabweichungsalarm ab. Der Gleichlaufabweichungsalarm zeigt, daß in dem Slave eine Gleichlaufabweichung aufgetreten ist. Danach beendet der Mikrocomputer 8 die Abarbeitung.

Wenn beurteilt wird, daß das Fehlersignal 25a den H-Pegel hat und der Synchronzustand befriedigend ist, führt der Mikrocomputer 8 das Steuerprogramm des Synchronbetriebs von Schritt 1011 aus. In Schritt 1012 fragt der Mikrocomputer 8 ab, ob der Synchronbetrieb beendet werden soll. Wenn das Steuerprogramm des Synchronbetriebs beendet ist und der Synchronbetrieb beendet werden soll, setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1013 das Synchronkontaktabgabe-Erlaubnissignal 16 auf den L-Pegel, um die Abgabe des Synchrontaktsignals 17a an die Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b zu stoppen, und beendet dann die Abarbeitung nach dem Anhalten des Synchronbetriebs.

Als nächstes wird der Ablauf bei Verwendung der Antriebssteuerbefehlseinheit als Slave beschrieben. Wenn die Stromversorgung 54a der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b eingeschaltet wird, so daß das Rücksetzsignal 55b den H-Pegel annimmt, beginnt der Mikrocomputer 8 die Ausführung des Programms der Steuerung des Synchronbetriebs. Die Stationsnummereinstelleinheit 13 fragt den Inhalt des externen Einstellsignals 3 ab. Wenn die Einheit als Slave eingestellt ist, wird das Stationsnummereinstellsignal 14a der Masterbetriebsart auf den L-Pegel gesetzt, und das Stationsnummereinstellsignal 14b des Slaves wird auf den H-Pegel gesetzt. Wenn die Einheit ein Slave an der letzten Station ist, gibt es keine Slaveeinheit in der nachfolgenden Stufe, und daher wird kein Fehlersignal eingegeben. Somit muß die Eingabe des Fehlersignals ungültig gemacht werden. Infolgedessen wird das Stationsnummereinstellsignal 14c für die letzte Station auf den H-Pegel gesetzt, so daß der Ausgang des ODER-Glieds 47 in

dem Fehlersignalgenerator 24 ungeachtet der Eingabe des Fehlersignals 25b auf dem H-Pegel gehalten wird. Das kann den Eingang zum Dreizustands-Schaltelement 50 unwirksam machen. Die Schritte 1002 und 1003 gleichen denen im Fall der Verwendung der Einheit als Master und werden nicht nochmals erläutert.

In Schritt 1014 bringt der Mikrocomputer 8 das Synchronkontaktabgabe-Erlaubnissignal 16 auf den L-Pegel, bis die Vorbereitung für den Synchronbetrieb beendet ist, nachdem die Stromversorgung der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 1b eingeschaltet wurde, so daß das von dem Fehlersignalgenerator 24b abgegebene Fehlersignal 25b den L-Pegel annimmt, so daß die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a informiert wird, daß die Vorbereitung für den Synchronbetrieb noch nicht beendet ist. Wenn die Vorbereitung für den Synchronbetrieb beendet ist, nimmt das Synchronkontaktabgabe-Erlaubnissignal 16 den H-Pegel an, so daß das Fehlersignal 25b den H-Pegel annimmt, wodurch die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a informiert wird, daß die Vorbereitung für den Synchronbetrieb abgeschlossen ist.

Als nächstes wartet die Einheit in Schritt 1015 auf die Eingabe des Synchrontaktsignals 17b von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a. Wenn die Synchronsteuereinrichtung 18 das Synchrontaktsignal 17b empfängt, setzt die Synchronsteuereinrichtung 18 das Synchronbetriebsstartsignal 20 für 1 Taktimpulsperiode des internen Taktsignals 10 auf den L-Pegel, und zwar synchron mit dem Abfall des Synchrontaktsignals 17b. Dieses Synchronbetriebsstartsignal 20 bewirkt das Rücksetzen des Zählwerts des Zählers 30 des Betriebstaktgenerators 9, so daß die Erzeugung des Betriebstaktsignals 5b mit der Verzögerung gestartet wird, die kürzer als 1 Taktimpulsperiode des internen Taktsignals 10 in bezug auf den Abfall des Synchrontaktsignals 17b des Masters ist.

Wenn das Betriebstaktabgabe-Erlaubnissignal 52 den L-Pegel annimmt, wird das Dreizustands-Schaltelement 51 freigegeben, um die Abgabeoperation auszuführen, und somit wird das Betriebstaktsignal 5b den Antriebssteuereinheiten 4 zugeführt. Zu diesem Zeitpunkt wird das Unterbrechungssignal 12b synchron mit dem Anstieg des Betriebstaktsignals 5b erzeugt, das in den Unterbrechungsgenerator 11 eingegeben wird. Das Unterbrechungssignal 12b wird dem Mikrocomputer 8 zugeführt.

Der Mikrocomputer 8 führt in Schritt 1016 den Ablauf zur Steuerung der Positionen und Geschwindigkeiten der Antriebssteuereinheiten 4 aus.

In Schritt 1017 vergleicht der Mikrocomputer 8 den Zählwert, der von dem Zwischenspeicher 42 der Synchronprüfeinrichtung 22 unmittelbar vor dem Rücksetzen des Zählers 30 zwischengespeichert wurde, mit den Minimal- und Maximalwerten der Gleichlaufabweichungstoleranz, die vorher in dem Mikrocomputer 8 eingestellt wurde, und beurteilt, ob die Gleichlaufabweichung innerhalb der Toleranz liegt bzw. ob der Synchronzustand befriedigend ist. Wenn der Synchronzustand befriedigend ist, wird das Fehlerzustandssignal 19 auf dem L-Pegel gehalten, so daß das Fehlersignal 25b, das das Auftreten des Fehlers an die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a meldet, den H-Pegel annimmt, und Schritt 1018 wird ausgeführt, um den Synchronbetrieb durchzuführen. In Schritt 1019 wird abgefragt, ob der Synchronbetrieb fortgesetzt oder beendet werden soll. Wenn der Betrieb beendet werden soll, wird in Schritt 1020 der Ablauf zum Anhalten des Synchronbetriebs ausgeführt, so daß der Ablauf beendet wird.

Bei einem Normalbetrieb kann die Synchronisierung der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten 1b auf der Basis des Synchronkontaktsignals 17b ausreichend erzielt werden. Die Gleichlaufabweichung kann jedoch aus den nachstehenden Gründen die Toleranz überschreiten: In einem Kabel tritt ein Kontaktausfall auf; die Periode des von dem Quarzschwinger 28 und den Zählern 29 und 30 erzeugten Taktsignals fällt nicht in den zulässigen Bereich, weil die Umgebungstemperatur den vorgegebenen Bereich überschreitet; die Wellenform des Signals wird von einem Kabel gedämpft; die Wellenform des Taktsignals wird von einem externen Störsignal gestört. Wenn der Synchronzustand unzureichend wird, setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1021 das Fehlerzustandssignal 19 auf den H-Pegel, so daß das Fehlersignal 25b den L-Pegel annimmt, so daß die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a von dem Auftreten eines Fehlers informiert wird. Da das Fehlerzustandssignal 19 den H-Pegel angenommen hat, wie oben beschrieben ist, nimmt zu diesem Zeitpunkt das Synchronbetriebsstartsignal 20 in der Synchronsteuereinrichtung 18 den H-Pegel an, und das Rücksetzen des Zählers 30 bleibt aufgehoben, so daß die auf dem Synchronkontaktsignal 17b basierende Takt detektierung abgebrochen und somit das Betriebstaktsignal 55 auf der Basis des internen Taktsignals 10 und ungeachtet des Synchronkontaktsignals 17b abgegeben wird. Das veranlaßt die Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten 1b, den Betrieb zu starten, der mit dem Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 1a asynchron ist. Ferner stoppt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1022 den Synchronbetrieb und gibt dann intern in Schritt 1023 den Gleichlaufabweichungsalarm ab, was anzeigt, daß eine Gleichlaufabweichung aufgetreten ist. Danach wird der Ablauf beendet.

Wenn eine Gleichlaufabweichung auftritt, kann der Grad der Gleichlaufabweichung geschätzt und korrigiert werden durch einen Software-Prozeß unter Nutzung der momentanen Geschwindigkeit und Position. Eine solche Technik kann jedoch die perfekte Synchronisierung nicht erneut wieder herstellen und erlaubt die Fortsetzung des Betriebs, wobei eine geringe Abweichung unkorrigiert bleibt. Wenn bei der vorliegenden Ausführungsform eine Gleichlaufabweichung auftritt, wird daher der Synchronbetrieb angehalten. Wenn eine Gleichlaufabweichung auftritt, erfolgt Rücksprung des Ablaufs zum Ausgangspunkt, um erneut Gleichlauf zu erreichen, und dann wird der Ablauf zur Synchronisierung wieder ausgeführt.

Als nächstes wird der Fall der Ausführung des Asynchronbetriebs beschrieben. Wenn die Stromversorgung 54 der Antriebssteuerbefehlseinheit 1 (1a, 1b) eingeschaltet wird, nimmt das Rücksetzsignal 55 den H-Pegel an. Dadurch beginnt der Mikrocomputer 8 die Ausführung des Programms der Steuerung des Synchronbetriebs. Wenn der Bediener die Anwendung des Asynchronbetriebs in der externen Einstelleinrichtung 2 einstellt, gibt die externe Einstelleinrichtung 2 das externe Einstellsignal 3 ab, das die Stationsnummer bezeichnet. Die Stationsnummereinstelleinrichtung 13 beurteilt den Inhalt des externen Einstellsignals 3. Wenn die Einheit so eingestellt wurde, daß der Asynchronbetrieb durchgeführt wird, setzt die Stationsnummereinstelleinrichtung 13 ein Stationsnummereinstellsignal 14a für die Master-Betriebsart auf den L-Pegel, ein Stationsnummereinstellsignal 14b für die Slave-Betriebsart auf den L-Pegel und ein Stationsnummereinstellsignal 14c für die letzte Station auf den L-Pegel. Der Mikrocomputer 8 liest in Schritt 1001 diese Stationsnummereinstellsignale 14a

und 14b aus. In Schritt 1002 entscheidet der Mikrocomputer 8, wenn beide Stationsnummereinstellsignale 14a und 14b den L-Pegel haben, daß der Asynchronbetrieb auszuführen ist.

Im Fall des Asynchronbetriebs setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1024 das Fehlerzustandssignal 19 auf den H-Pegel, so daß der Ausgang des ODER-Glieds 39 in der Synchronsteuereinrichtung 18 den H-Pegel annimmt. Dadurch nimmt das Synchronbetriebsstartsignal 20, das das Ausgangssignal des UND-Glieds 40 ist, den H-Pegel an, so daß die Eingabe des Synchronkontaktsignals 17b ungültig gemacht wird. Wenn das Synchronbetriebsstartsignal 20 den H-Pegel annimmt, gibt der Betriebstaktgenerator 9 das Betriebstaktsignal 5 auf der Basis des internen Taktsignals 10 ab. Das Unterbrechungssignal 12 wird synchron mit dem Anstieg des Betriebstaktsignals 5 erzeugt, das in den Unterbrechungsgenerator 11 eingegeben wird. Das Unterbrechungssignal 12 wird in den Mikrocomputer 8 eingegeben. Der Mikrocomputer 8 führt in Schritt 1025 die Abarbeitung zur Steuerung der Positionen und Geschwindigkeiten der Antriebssteuereinheiten 4 aus. Der Asynchronbetrieb wird in Schritt 1026 ausgeführt. In Schritt 1027 wird abgefragt, ob der Asynchronbetrieb fortgesetzt oder beendet werden soll. Wenn der Betrieb beendet werden soll, wird der Ablauf beendet.

Ausführungsform 2

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm einer Antriebssteuerbefehlseinheit, die Mittel zum Umschalten der Betriebsart hat, Fig. 6 ist ein Flußdiagramm, das ein Synchronsteuerverfahren der Antriebssteuerbefehlseinheit der Ausführungsform zeigt, und Fig. 7 ist ein Synchronzeitdiagramm der Antriebssteuerbefehlseinheit dieser Ausführungsform.

Bei der vorhergehenden Ausführungsform 1 wird das von dem Mikrocomputer 8 abgegebene Fehlerzustandssignal 19 nur dann in die Synchronsteuereinrichtung 18 eingegeben, wenn während der Ausführung des Synchronbetriebs eine Gleichlaufabweichung eintritt, und der Synchronbetrieb wird in den Asynchronbetrieb umgeschaltet durch Ändern des Fehlerzustandssignals 19 von dem L- zu dem H-Pegel. Zur Erzielung von Gleichlauf wird das Synchronkontaktsignal genutzt, das eine Taktsignalwellenform hat. Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform der Antriebssteuerbefehlseinheit wird das Synchronkontaktsignal nicht genutzt, um Gleichlauf zu erreichen, und Gleichlauf wird auf der Basis des Zeitpunkts des Empfangs von seriellen Daten zur Übertragung von verschiedenen Informationsarten vom Master zu einem Slave erreicht.

Um Gleichlauf auf der Basis des Empfangszeitpunkts von seriellen Daten auf diese Weise zu erzielen, sind der Antriebssteuerbefehlseinheit von Fig. 1 außerdem ein Schiebetaktsignalgenerator 83a und Parallel-Seriell-Wandler 84a und 84b zugefügt, die während des Master-Betriebs aktiviert sind. Außerdem sind zusätzlich Seriell-Parallel-Wandler 85a und 85b, ein Schiebetaktsignalgenerator 83b und eine Codevergleichseinheit 87 vorgesehen, die während des Slave-Betriebs aktiviert sind. Bei dieser Konfiguration kann der Betriebszustand einer Antriebssteuerbefehlseinheit 82b, die ein Slave ist, aus dem Asynchronbetrieb in den Synchronbetrieb oder umgekehrt von einer als Master dienenden Antriebssteuerbefehlseinheit 82a auf die folgende Weise umgeschaltet werden.

Serielle Daten 88, die, von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 82a an die Slave-Antriebssteuerbe-

fehleinheit 82b geliefert werden, werden von den Seriell-Parallel-Wandlern 85a und 85b in parallele Daten umgewandelt. Die Codevergleichseinheit 87 beurteilt, welcher Betriebszustand durch den Inhalt der parallelen Daten angezeigt wird, und erzeugt gleichzeitig das Synchrontaktsignal 17 nach Maßgabe des Empfangszeitpunkts der parallelen Daten. Die Synchronsteuereinrichtung 18 schaltet den Abgabezeitpunkt des Betriebstaktsignals auf der Basis eines Betriebsartsignals 89 um, das von der Codevergleichseinheit 87 abgegeben wird.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 der Betrieb im einzelnen beschrieben. In Fig. 6 wird angenommen, daß die Abarbeitung der Schritte 1001 und 1002 von Fig. 4 bereits ausgeführt wurde, d. h. daß die Einstellung zur Verwendung als Master-Antriebssteuerbefehlseinheit oder als Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit mit n-tem Rang beendet ist und daß die Antriebssteuerbefehlseinheiten synchron oder asynchron betrieben werden. In Schritt 1101 fragt jede Einheit ab, ob die Einheit Master oder Slave ist. Wenn die Einheit als Master verwendet wird, werden die Schritte 1102 bis 1108 ausgeführt, und wenn die Einheit als Slave verwendet wird, werden die Schritte 1110 bis 1117 ausgeführt.

Zuerst wird der Ablauf bei Verwendung der Antriebssteuerbefehlseinheit als Master beschrieben. In Schritt 1101 gibt der Mikrocomputer 8 parallele Daten, die ein Kontrollsummenbit haben, an die Parallel-Seriell-Wandler 84a und 84b ab, die in Kaskade geschaltet sind, so daß dieselben parallelen Daten in die Parallel-Seriell-Wandler 84a und 84b gesetzt werden. Nachdem die parallelen Daten gesetzt sind, gibt der Mikrocomputer 8 ein Schiebetaktabgabe-Erlaubnissignal 90 nach Maßgabe des Zeitpunkts ab, zu dem die seriellen Daten 88 übertragen werden sollen. Das Schiebetaktabgabe-Erlaubnissignal 90 und das von der Stationsnummereinstelleinheit 13 abgegebene Stationsnummereinstellsignal 14 werden in den Schiebetaktgenerator 83a eingegeben. Der Schiebetaktgenerator 83a beurteilt, ob das Stationsnummereinstellsignal 14 den vorgegebenen Zustand zur Wahl des Masterbetriebs oder den zur Wahl des Slavebetriebs hat und ob das Schiebetaktabgabe-Erlaubnissignal 90 im Erlaubniszustand ist. Wenn das Stationsnummereinstellsignal 14 den vorgegebenen Zustand zur Wahl des Masterbetriebs hat und das Schiebetaktabgabe-Erlaubnissignal 90 den Erlaubniszustand hat, wird synchron mit dem internen Taktsignal 10 ein Ganzzahl-Vervielfachungs-Taktsignal erzeugt, das eine Periode hat, die ein ganzzahliges Vielfaches der Periode des internen Taktsignals 10 ist.

Bei Normalbetrieb, in dem verschiedene Informationen zwischen Master und Slave zu übertragen sind, wird zum Übertragen von Informationen, die vorher in die kaskadengeschalteten Parallel-Seriell-Wandler 84a und 84b als die seriellen Daten 88 gesetzt wurden, das Ganzzahl-Vervielfachungs-Taktsignal, dessen Taktimpulszahl der Länge entspricht, die die zweifache Länge der zu übertragenden Daten ist, als ein Schiebetaktsignal 86a abgegeben. Das Schiebetaktsignal 86a wird den parallel-Seriell-Wandlern 84a und 84b zugeführt, so daß die Daten der Parallel-Seriell-Wandler 84a und 84b sequentiell bei jedem Taktimpuls des Systemtaktsignals zur Abgabeseite verschoben werden, so daß die Daten der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 82a als die seriellen Daten 88 zu der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 82b übertragen werden.

Wenn andererseits der Synchrontakt auf der Basis der seriellen Daten 88 erhalten werden soll, wie Fig. 7 zeigt,

wird das Ganzzahl-Vervielfachungs-Taktsignal als das Schiebetaktsignal 86a während der Periode von dem Zeitpunkt vor dem Abfall des Betriebstaktsignals 5a um die Taktimpulszahl, die der Länge entspricht, die die zweifache Länge der zu übertragenden Daten ist, bis zum Abfall des Betriebstaktsignals 5a abgegeben. Das erlaubt die Synchronisierung des Zeitpunkts des Abfalls des Betriebstaktsignals 5a mit demjenigen der Beendigung der Zuführung des Schiebetaktsignals 86a. Das Schiebetaktsignal 86a wird den Parallel-Seriell-Wandlern 84a und 84b zugeführt, so daß die Daten der Parallel-Seriell-Wandler 84a und 84b als die seriellen Daten 88 von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 82a übertragen werden.

Von den übertragenen seriellen Daten 88 sind die Daten A, die früher übertragen werden, die Daten des Parallel-Seriell-Wandlers 84b, und die Daten B, die später übertragen werden, sind die Daten des Parallel-Seriell-Wandlers 84a. Die zu übertragenden seriellen Daten 88 sind serielle Daten, die Informationen zum Umschalten des Betriebszustands vom Asynchronbetrieb in den Synchronbetrieb oder umgekehrt tragen.

Als nächstes wird in Schritt 1103 der Inhalt des Stationsnummereinstellsignals 14 geprüft, um zu beurteilen, ob der Betriebszustand von dem Synchron- in den Asynchronbetrieb oder vom Asynchron- in den Synchronbetrieb umzuschalten ist. Wenn ersteres gewählt ist, werden die Schritte 1104 bis 1106 ausgeführt, und wenn letzteres gewählt ist, werden die Schritte 1107 bis 1109 ausgeführt. In dem Fall, in dem der Betriebszustand von Synchron- in Asynchronbetrieb umzuschalten ist, wird in Schritt 1104 abgefragt, ob der Betrieb Synchronbetrieb ist. Wenn das nicht der Fall ist, wird Schritt 1106 ausgeführt, und dann wird der Ablauf zum Umschalten der Betriebsart beendet. Wenn der Synchronbetrieb vorliegt, wird er in Schritt 1105 angehalten, Schritt 1106 wird ausgeführt, und danach ist der Ablauf zum Umschalten der Betriebsart beendet. In Schritt 1106 wird ein Ablauf ausgeführt, der den Schritten 1024 bis 1027 von Fig. 4 gleicht.

In dem Fall, in dem der Betriebszustand von Asynchron- in Synchronbetrieb umzuschalten ist, wird in Schritt 1107 abgefragt, ob Asynchronbetrieb vorliegt. Wenn Asynchronbetrieb vorliegt, wird der Asynchronbetrieb in Schritt 1108 angehalten, Schritt 1109 wird ausgeführt, und dann wird der Ablauf zum Umschalten der Betriebsart beendet. Wenn der Betrieb nicht der Asynchronbetrieb ist, wird Schritt 1109 ausgeführt, und dann wird der Ablauf zur Umschaltung der Betriebsart beendet. In Schritt 1109 wird ein Ablauf ausgeführt, der den Schritten 1004 bis 1013 von Fig. 4 gleicht.

Als nächstes wird die Verarbeitung zur Anwendung der Antriebssteuerbefehlseinheit als Slave beschrieben. Wenn im Fall eines Slaves die Vorbereitung zur Verwendung der Einheit als Slave abgeschlossen ist, wird den kaskadengeschalteten Seriell-Parallel-Wandlern 85a und 85b ein Schiebetaktsignal 86b zugeführt, um sie für den Empfang der seriellen Daten 88 vorzubereiten.

Die Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 82b wartet in Schritt 1110 auf den Empfang der seriellen Daten 88 von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 82a. Wenn die Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 82b die seriellen Daten 88 empfängt, werden die seriellen Daten 88 in die Seriell-Parallel-Wandler 85a und 85b eingegeben, während sie gleichzeitig bei jedem Taktimpuls des Systemtaktsignals sequentiell verschoben werden, um in parallele Daten umgewandelt zu werden. Die parallelen Daten werden dann in die Codevergleichseinheit 87 einge-

geben. Wenn die seriellen Daten 88 empfangen werden, werden die früher empfangenen Daten C in den Seriell-Parallel-Wandler 85b eingegeben, und die später empfangenen Daten D werden in den Seriell-Parallel-Wandler 85a eingegeben.

Die Codevergleichseinheit 88 prüft, ob die Inhalte der beiden Seriell-Parallel-Wandler 85a und 85b miteinander übereinstimmen oder ob ein Übertragungsfehler aufgetreten ist. Wenn kein Übertragungsfehler aufgetreten ist, werden die parallelen Daten von der Codevergleichseinheit 87 dem Mikrocomputer 8 zugeführt, der seinerseits den Inhalt der parallelen Daten beurteilt, um sie in verschiedenen Abläufen zu nutzen. Gleichzeitig beurteilt die Codevergleichseinheit 87, ob die parallelen Daten solche zum Umschalten des Betriebszustands von Asynchron- zu Synchronbetrieb oder von Synchron- zu Asynchronbetrieb sind. Entsprechend der Beurteilung gibt die Codevergleichseinheit 87 das Synchronkontaktsignal 17 und das Betriebsartsignal 89 ab. Wenn die parallelen Daten solche für die Abgabe des Synchronkontakts sind, nimmt das Synchronkontaktsignal 17 den L-Pegel für die Periode an, die unmittelbar auf den Datenbeurteilungsvorgang folgt und einem Zyklus des Schiebetaktsignals entspricht. Wenn die parallelen Daten solche zum Umschalten des Betriebszustands von Asynchronbetrieb in den Synchronbetrieb sind, setzt die Codevergleichseinheit 87 das Betriebsartsignal 89 auf den L-Pegel, und wenn die parallelen Daten solche zum Umschalten des Betriebszustands von Synchron- in den Asynchronbetrieb sind, setzt sie das Betriebsartsignal 89 auf den H-Pegel.

Das Betriebsartsignal 89 wird in die Synchronsteuer-einrichtung 18 eingegeben, um das Synchronbetriebsstartsignal 20 zu steuern. Wenn das Betriebsartsignal 89 den L-Pegel annimmt oder der Betriebszustand von Synchronbetrieb zu Synchronbetrieb umgeschaltet werden soll, wird der Abfall des Synchronkontaktsignals 17, das von der Codevergleichseinheit 87 abgegeben wird, detektiert, und die Synchronsteuer-einrichtung 18 gibt das Synchronbetriebsstartsignal 20 ab. Das Synchronbetriebsstartsignal 20 wird in den Betriebstaktgenerator 9 eingegeben, um den Zähler des Betriebstaktgenerators 9 rückzusetzen, so daß der Zeitpunkt des Beginns der Erzeugung des Betriebstaktsignals 5 synchron mit dem Zeitpunkt gesteuert wird, zu dem der Empfang der seriellen Daten 88 von dem Master beendet ist.

Wenn der Betriebszustand von Synchronbetrieb in Asynchronbetrieb umzuschalten ist, wird das Synchronbetriebsstartsignal 20 ungeachtet des Zeitpunkts der Beendigung des Empfangs der seriellen Daten 88 auf den H-Pegel gesetzt. Da das Synchronbetriebsstartsignal 20 den H-Pegel hat, wird der Zähler des Betriebstaktgenerators 9 nicht rückgesetzt, und damit wird die Abgabe des Betriebstaktsignals 5 fortgesetzt, während gleichzeitig die momentan verwendete zeitliche Beziehung beibehalten wird.

Der Mikrocomputer 8 überwacht in Schritt 1111 das Betriebsartsignal 89 und fragt ab, ob der Betriebszustand von Synchronbetrieb in Asynchronbetrieb oder von Asynchronbetrieb in Synchronbetrieb umgeschaltet ist. Wenn ersteres gewählt ist, werden die Schritte 1112 bis 1114 ausgeführt, und wenn letzteres gewählt ist, werden die Schritte 1115 bis 1117 ausgeführt. In dem Fall, in dem der Betriebszustand von Synchronbetrieb in Asynchronbetrieb umgeschaltet werden soll, wird in Schritt 1112 abgefragt, ob der Betrieb im Synchronbetrieb ist. Wenn der Betrieb nicht im Synchronbetrieb ist, wird Schritt 1114 ausgeführt, und dann ist der Ablauf

zum Umschalten der Betriebsart beendet. Wenn der Betrieb im Synchronbetrieb ist, wird der Synchronbetrieb in Schritt 1113 angehalten, und dann wird Schritt 1114 ausgeführt, und danach ist der Ablauf zum Umschalten der Betriebsart beendet.

In dem Fall, in dem der Betriebszustand von Asynchronbetrieb in Synchronbetrieb umgeschaltet werden soll, wird in Schritt 1115 abgefragt, ob der Betrieb Asynchronbetrieb ist. Wenn Asynchronbetrieb vorliegt, wird in Schritt 1116 der Asynchronbetrieb angehalten, dann wird Schritt 1117 ausgeführt, und danach ist der Ablauf zur Umschaltung der Betriebsart beendet. Wenn der Betrieb nicht Asynchronbetrieb ist, wird Schritt 1117 ausgeführt, und dann ist der Ablauf zur Umschaltung der Betriebsart beendet. In Schritt 1117 wird eine Verarbeitung ähnlich den Schritten 1014 bis 1023 von Fig. 4 ausgeführt. Wenn der oben beschriebene Ablauf ausgeführt wird, kann die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit den Betriebszustand der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit von Synchronbetrieb in Asynchronbetrieb oder umgekehrt umschalten.

Ausführungsform 3

Fig. 8 ist ein Blockdiagramm eines Synchronsystems für eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten unter Verwendung einer einzigen Positionsdetektoreinrichtung, wobei es sich um eine dritte Ausführungsform handelt; Fig. 9 ist ein Schaltbild einer Antriebssteuerbefehlseinheit, die das Synchronsystem mit Verwendung der einzigen Positionsdetektoreinrichtung gemäß der dritten Ausführungsform darstellt; Fig. 10 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Kommunikationssteuerverfahren der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit bei der Kommunikation zwischen der Einheit und der Positionsdetektoreinrichtung im Zusammenhang mit der dritten Ausführungsform zeigt, und Fig. 11 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Kommunikationssteuerverfahren einer Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit bei der Kommunikation zwischen der Einheit und der Positionsdetektoreinrichtung im Zusammenhang mit der dritten Ausführungsform zeigt.

In den Fig. 8 und 9 bezeichnet 108 einen Parallel-Seriell-Wandler, der nur betrieben wird, wenn die Einheit als Master in Betrieb ist, und die Anforderungsdaten in paralleler Form, die von dem Mikrocomputer 8 abgegeben werden, in ein Anforderungssignal in serieller Form umwandelt und das Signal dann an die Positionsdetektoreinrichtung überträgt. 109 ist ein Seriell-Parallel-Wandler, der Positionsdaten in serieller Form von der Positionsdetektoreinrichtung 114 empfängt und die Daten in parallele Daten umwandelt, 110 ist eine Kommunikationsfehlerprüfeinheit, die die von der Positionsdetektoreinrichtung 114 empfangenen Positionsdaten nach Maßgabe einer Paritätsprüfung, einer Rahmenfehlerprüfung, einer Datenverlustfehlerprüfung oder dergleichen prüft, um zu sehen, ob der Empfang der Daten normal durchgeführt wird, und 111 und 112 sind Dreizustands-Schaltelemente, die die Freigabe- und Sperroperationen der Ein- und Ausgabe von seriellen Daten steuern.

113a und 113b sind Antriebssteuerbefehlseinheiten mit einer Konfiguration, bei der der Seriell-Parallel-Wandler 109, die Kommunikationsfehlerprüfeinheit 110 und die Dreizustands-Schaltelemente 111 und 112 der Antriebssteuerbefehlseinheit 1 (1a, 1b) von Fig. 1 hinzugefügt sind. Die Einheit 113a wird als Master verwendet, und die Einheiten 113b sind Slaves. Die Positionsdetek-

torcinrichtung 114 weist folgendes auf: einen Positionsdetektor 115, der die Position einer externen Vorrichtung wie etwa eines Förderers erfaßt; einen Datenübertrager 116, der Daten von dem Positionsdetektor 115 und ein Anforderungssignal 117 von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a empfängt und durch den Positionsdaten, Alarminformation, Information bezüglich des Betriebszustands usw. einzeln oder kombiniert als Positionsdaten 118 nach Maßgabe des Inhalts des Anforderungssignals 117 übertragen werden; und ein Dreizustands-Schaltelement 119, das den Ausgang in einen hohen Impedanzzustand setzt, außer wenn die Positionsdaten zu sämtlichen Antriebssteuerbefehlseinheiten 113a und 113b zu übertragen sind. In Fig. 1 bilden die Antriebssteuerbefehlseinheit 113, die als Master dient, die Antriebssteuerbefehlseinheiten 113, die als Mehrzahl von Slaves dienen, und die einzige Positionsdetektoreinrichtung 114 das Synchronsystem.

Als nächstes wird der Betrieb unter Bezugnahme auf die Fig. 8 bis 11 beschrieben. Wie in Verbindung mit Fig. 1 gezeigt wurde, wird bei einem System, bei dem eine Master-Antriebssteuerbefehlseinheit und eine Vielzahl von Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten synchron betrieben werden können, nachdem der Bediener die externe Einstelleinrichtung 2 eingestellt hat, so daß die entsprechende Einheit als Master oder als Slave mit n-tem Rang betrieben wird, von der externen Einstelleinrichtung 2 das externe Einstellsignal 3 abgegeben, das die Stationsnummer bezeichnet. Die Stationsnummereinstelleinrichtung 13 beurteilt den Inhalt des externen Einstellsignals 3. Wenn die Einheit als Master eingestellt wurde, bringt die Stationsnummereinstelleinrichtung 13 das Stationsnummereinstellsignal 14a für die Master-Betriebsart auf den H-Pegel und das Stationsnummereinstellsignal 14b für die Slave-Betriebsart auf den L-Pegel. Wenn die Einheit zur Verwendung als Master eingestellt ist und das Stationsnummereinstellsignal 14a für die Master-Betriebsart den H-Pegel hat, wird das Dreizustands-Schaltelement 111 für die Übertragung geöffnet, so daß das Anforderungssignal 117 übertragen wird.

In Schritt 1201 setzt der Mikrocomputer 8 der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a in den Parallel-Seriell-Wandler 108 Anforderungsdaten 120 für die Positionsdetektoreinrichtung 114, so daß diese Positionsdaten und Alarminformation, die für einen Synchronbetrieb erforderlich sind, abgibt. Dann gibt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1202 an die einzige Positionsdetektoreinrichtung 114 ein Übertragungsanforderungssignal 121 ab, das zur Steuerung des Übertragungszeitpunkts des Anforderungssignals 117 genutzt wird. Der Parallel-Seriell-Wandler 108 erzeugt das Anforderungssignal 117 zu dem Zeitpunkt, zu dem das Übertragungsanforderungssignal 121 aktiv gemacht wird. Dann wird das Anforderungssignal 117 zu der Positionsdetektoreinrichtung 114 über das Dreizustands-Schaltelement 111 übertragen. In Schritt 1203 öffnet der Mikrocomputer 8 der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a das Dreizustands-Schaltelement 112 für den Empfang, so daß die Positionsdaten 118 empfangen werden. Wenn die Positionsdetektoreinrichtung 114 das Anforderungssignal 117 empfängt, überträgt sie die detektierten Positionsdaten 118 zu sämtlichen Antriebssteuerbefehlseinheiten 113a und 113b, die mit der Datenübertragungseinheit 116 verbunden sind. Der Mikrocomputer 8 wartet in Schritt 1204 auf den Empfang der Positionsdaten 118.

Wenn die Positionsdaten 118, die über das Dreizustands-Schaltelement 112 für den Empfang empfangen worden sind, in den Seriell-Parallel-Umwandler 109 ein-

gegeben werden, wandelt der Seriell-Parallel-Wandler 109 die Positionsdaten 118 in parallele Daten um, die im Mikrocomputer 8 verarbeitet werden können. Die umgewandelten Positionsdaten werden dem Mikrocomputer 8 zugeführt und dann zur Steuerung der Positionen der Antriebssteuereinheiten 4 genutzt.

Andererseits wartet der Mikrocomputer 8 der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 113b ohne Zustandsänderung bis zum Empfang der Positionsdaten 118 von der Positionsdetektoreinrichtung 114. Wenn die Positionsdaten 118 von der Positionsdetektoreinrichtung 114 übertragen werden, werden die Positionsdaten 118 von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a empfangen, und gleichzeitig werden die Positionsdaten 118, die von dem für den Empfang bestimmten Dreizustands-Schaltelement 112 empfangen werden, dem Seriell-Parallel-Wandler 109 zugeführt.

Der Seriell-Parallel-Datenwandler 109 wandelt die Positionsdaten 118 in parallele Daten um, die im Mikrocomputer 8 verarbeitet werden können. Die umgewandelten parallelen Daten werden dem Mikrocomputer 8 zugeführt und dann zur Steuerung der Positionen der Antriebssteuereinheiten 4 genutzt.

Bei dieser Konfiguration können die Antriebssteuerbefehlseinheiten 113a und 113b dieselben Daten von der einzigen Positionsdetektoreinrichtung 114 mit demselben Takt und demselben Zyklus empfangen. Da die Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten 113a und 113b synchron betrieben wird, wie in Ausführungsform 1 beschrieben ist, ist es möglich, die Vielzahl der Antriebssteuerbefehlseinheiten mit der Position der einzigen Positionsdetektoreinrichtung 114 synchron zu betreiben.

Wenn die Positionsdaten 118 in Schritt 1204 in Fig. 10 empfangen werden, prüft die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a, ob die Kommunikationsfehlerprüfeinheit 110 die Positionsdaten 118 normal empfangen hat, und teilt das Prüfergebnis in Form eines Prüfsignals 122 dem Mikrocomputer 8 mit. Wenn der Empfang normal durchgeführt wurde, werden die empfangenen Daten 123, dem Mikrocomputer 8 zugeführt.

In Schritt 1205 beurteilt der Mikrocomputer 8 aus dem Prüfungsergebnis, ob die Kommunikation normal durchgeführt wurde. Wenn die Kommunikation normal durchgeführt wurde, setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1206 ein Empfangsgatesteuersignal 124 auf den H-Pegel, so daß das zum Empfang bestimmte Dreizustands-Schaltelement 112 geschlossen wird, so daß die Positionsdaten 118 nicht empfangen werden können. Der Mikrocomputer 8 wartet in Schritt 1207 auf den Ablauf einer bestimmten Periode, die der Verarbeitungszyklus ist, und springt dann zu Schritt 1201 zurück, um den Ablauf zum Lesen der nächsten Positionsdaten auszuführen.

Es wird nun der Fall betrachtet, daß ein Kommunikationsfehler in der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a selber oder in der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 113b etwa aufgrund der Erscheinung auftritt, daß die Wellenform des Kommunikationssignals durch externe Störsignale usw. gestört ist. In dem Master meldet die Kommunikationsfehlerprüfeinheit 110 das Auftreten des Kommunikationsfehlers an den Mikrocomputer 8. In dem Slave dagegen wird, wenn die Kommunikationsfehlerprüfeinheit 110 das Auftreten des Kommunikationsfehlers an den Mikrocomputer 8 meldet, von dem Mikrocomputer 8 das Fehlerzustandssignal 19 auf den H-Pegel gesetzt. Da das Fehlerzustandssignal 19 auf den H-Pegel gesetzt wird, nimmt der Ausgang des

UND-Glieds 44 in dem Fehlersignalgenerator 24 den L-Pegel an, so daß der Pegel des Fehlersignals 25b zum L-Pegel wird. Auf diese Weise meldet der Slave das Auftreten eines Kommunikationsfehlers an den Mikrocomputer 8, indem das Fehlersignal 25b auf den L-Pegel gebracht wird.

Wenn in dem Master oder in einem der Slaves ein Kommunikationsfehler auftritt, prüft der Mikrocomputer 8 in Schritt 1208 die Anzahl von Wiederholungsoperationen. Wenn die Wiederholungsanzahl eine vorgegebene Anzahl nicht erreicht, springt der Mikrocomputer 8 zu Schritt 1201 zurück, um den Ablauf zum Auslesen der nächsten Positionsdaten auszuführen. Wenn eine größere Anzahl Wiederholungsoperationen als die vorgegebene Anzahl durchgeführt wurde, führt der Mikrocomputer 8 den Ablauf zur Beendigung der Operation der Schritte 1209 bis 1211 aus. Dabei setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1209 das Empfangsgatesteuersignal 124 auf den H-Pegel, so daß das für den Empfang bestimmte Dreizustands-Schaltelement 112 geschlossen wird, so daß die Positionsdaten nicht empfangen werden können. In Schritt 1210 gibt der Mikrocomputer 8 einen Alarm ab, der anzeigt, daß in dem Mikrocomputer 8 ein Kommunikationsfehler vorliegt, stoppt den Synchronbetrieb in Schritt 1211 und beendet danach die Verarbeitung.

Andererseits öffnet die Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit 113b in Schritt 1221 von Fig. 11 das zum Empfang bestimmte Dreizustands-Schaltelement 112, so daß die Positionsdaten 118 empfangen werden können, und wartet in Schritt 1222, bis die Positionsdaten 118 empfangen werden. Wenn die Positionsdaten 118 empfangen sind, prüft die Kommunikationsfehlerprüfeinheit 110, ob die Positionsdaten 118 normal empfangen worden sind, und meldet das Prüfungsergebnis an den Mikrocomputer 8. Auf der Basis des Prüfungsergebnisses beurteilt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1223, ob die Kommunikation normal durchgeführt wurde.

Wenn die Kommunikation normal durchgeführt wurde, setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1224 das Empfangsgatesteuersignal 124 auf den H-Pegel, so daß das zum Empfang bestimmte Dreizustands-Schaltelement 112 geschlossen wird, so daß der Empfang der Positionsdaten 118 inhibiert ist. Der Mikrocomputer 8 setzt das Fehlerzustandssignal 19 auf den L-Pegel, und somit bringt der Fehlersignalgenerator 24 das Fehlersignal 25b auf den H-Pegel, so daß die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a informiert wird, daß kein Fehler vorliegt und der Betrieb normal ausgeführt wird. Der Mikrocomputer 8 wartet in Schritt 1225 auf den Ablauf der bestimmten Periode, die der Prozeßzyklus ist, und springt dann zu Schritt 1221 zurück und wartet auf den nächsten Empfang. Wenn ein Kommunikationsfehler durch eine Erscheinung verursacht wird, daß etwa die Wellenform des Kommunikationssignals von einem externen Störsignal gestört wird, bringt der Mikrocomputer 8 das Fehlerzustandssignal 19 auf den H-Pegel, und somit bringt der Fehlersignalgenerator 24 das Fehlersignal 25b auf den L-Pegel, so daß die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit 113a informiert wird, daß ein Kommunikationsfehler vorliegt.

Der Mikrocomputer 8 prüft in Schritt 1226 die Anzahl Wiederholungsoperationen. Wenn die Wiederholungsanzahl eine vorgegebene Anzahl nicht erreicht, springt der Mikrocomputer 8 zu Schritt 1221 zurück und wartet auf den nächsten Empfang. Wenn mehr Wiederholungsoperationen als die vorbestimmte Anzahl ausgeführt worden sind, führt der Mikrocomputer 8 den Ablauf zur

Beendigung der Operation von Schritt 1227 und die anschließenden Schritte durch. Dabei setzt der Mikrocomputer 8 in Schritt 1227 das Empfangsgatesteuersignal 124 auf den H-Pegel, so daß das zum Empfang bestimmte Dreizustands-Schaltelement 112 geschlossen wird und der Empfang der Positionsdaten inhibiert wird. In Schritt 1228 gibt der Mikrocomputer 8 einen Alarm ab, der anzeigt, daß in dem Mikrocomputer 8 ein Kommunikationsfehler aufgetreten ist, und beendet dann in Schritt 1230 den Ablauf.

Bei der Ausführungsform 3 übertragen sämtliche Antriebssteuerbefehlseinheiten 113a und 113b das Anforderungssignal 117 an die Positionsdetektoreinrichtung 114 zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. Takt, so daß sie an den Prozeßzyklus der Durchführung der Bewegungssteuerung der Antriebssteuereinheiten angepaßt sind, und führen den oben beschriebenen Ablauf des Lesens von Daten wiederholt aus.

Bei der Ausführungsform 1 ist eine Schaltung der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit durch ein bestimmtes Signal mit einer entsprechenden Schaltung jeder der Vielzahl von Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten auf solche Weise verbunden, daß beispielsweise das Synchrontaktsignal, das von der Synchronprüfschaltung der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit abgegeben wird, in die Synchronprüfschaltungen der Vielzahl von Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten eingegeben wird. Alternativ können Mittel zum Codieren von Signalen in Daten, die einer seriellen Übertragung unterworfen werden können, und Mittel zum Decodieren der Daten vorgesehen sein. Bei dieser Alternative können die gleichen Operationen wie oben beschrieben durchgeführt werden, indem Signale durch eine serielle Übertragung unter Verwendung eines Sets von Sende- und Empfangskabeln gesendet und empfangen werden.

Bei der Ausführungsform 1 wird das von dem Quarzschwinger abgegebene Taktsignal durch 2^{11} dividiert und dann als Betriebstaktsignal genutzt. Wenn daher ein Quarzschwinger von 1 MHz verwendet wird, wird ein Betriebstaktsignal von 488 Hz erhalten, so daß ein Gleichlauffehler aufgrund der Differenz zwischen internen Taktsignalen 1 µs beträgt. Entsprechend der geforderten Gleichlaufgenauigkeit kann die Frequenz des Quarzschwingers verringert werden, oder die Divisionsrate des internen Taktsignals kann geändert werden, um die Forderung nach Kostensenkung zu erfüllen.

Bei der Ausführungsform 1 werden der Zähler und der Zwischenspeicher verwendet, um eine Gleichlaufabweichung zu prüfen. Alternativ können die gleichen Operationen wie oben beschrieben ausgeführt werden, indem der Zähler durch Software gebildet und der Aufwärtzählvorgang des Zählers gestoppt wird.

Wenn bei der Ausführungsform 3 ein Kommunikationsfehler auftritt, überträgt die als Master dienende Antriebssteuerbefehlseinheit das Anforderungssignal wieder an den Positionsdetektor, so daß nur die Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Kommunikationsfehler auftritt, eine Positionsinformation erneut empfangen darf. Alternativ überträgt eine Antriebssteuerbefehlseinheit, die eine Positionsinformation normal empfangen hat, die Positionsinformation an die Antriebssteuerbefehlseinheit, in der ein Kommunikationsfehler auftritt. Ebenfalls als Alternative wird erwartet, daß die gleichen Operationen wie oben beschrieben ausgeführt werden.

Die Erfindung, die wie oben beschrieben ausgebildet ist, erzielt die folgenden Auswirkungen.

Synchronprüfeinheiten zum Prüfen der Synchronzu-

stände einer Vielzahl von Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten, eine Synchronsteuerschaltung, die ein Synchronbetriebsstartsignal auf der Basis eines von dem Master empfangenen Synchrontaktsignals abgibt, und ein Fehlersignalgenerator zur Abgabe eines Fehlersignals auf der Basis eines Fehlerzustandssignals, das einen Synchronbetrieb-Bereitschaftszustand und einen Synchronzustand bezeichnet, sind vorgesehen, so daß die Betriebstaktsignale der Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten in dem gleichen Takt wie das Betriebstaktsignal der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit erzeugt werden. Daher kann der Synchronbetrieb unter der Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten durchgeführt werden.

Ein Zähler, der ein von einem Quarzschwinger abgegebenes Taktsignal in $1/N$ Teile dividiert, um ein Betriebstaktsignal zu erzeugen, ein Zwischenspeicher, der den Wert des Zählers in dem Moment, in dem ein Synchrontaktsignal abfällt, zwischenspeichert, und ein Mikrocomputer, der den zwischengespeicherten Inhalt des Zwischenspeichers mit einem vorher eingestellten Wert vergleicht und prüft, ob die Synchronisation normal ist oder nicht, sind ferner vorgesehen, so daß es möglich ist, die Master-Antriebssteuerbefehlseinheit darüber zu informieren, daß das Betriebstaktsignal einer Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit in bezug auf Gleichlauf von demjenigen der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit abweicht. Wenn eine Abnormalität in Synchronzustand in einer der Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten auftritt, ist es daher möglich, den Betrieb anzuhalten.

Parallel-Seriell-Wandler zum Umwandeln von parallelen Daten, die Information zum Umschalten des Betriebszustands tragen, in serielle Daten, Seriell-Parallel-Wandler zum Umwandeln von seriellen Daten, die von der ersten bzw. Master-Antriebssteuerbefehlseinheit, empfangen werden, in parallele Daten, ein Schiebetaktsignalgenerator zur Abgabe eines Schiebetaktsignals, das den Takt liefert, in dem die Parallel-Seriell-Wandler oder die Seriell-Parallel-Wandler die seriellen Daten übertragen oder empfangen, eine Codevergleichseinrichtung zum Vergleich von doppelt empfangenen seriellen Daten miteinander und zum Erkennen einer Betriebsart, und eine Betriebsartumschalteinrichtung zum Umschalten des Zeitpunkts der Zuführung eines Betriebstaktsignals sind ferner vorgesehen, so daß der Betriebszustand einer Slave-Antriebssteuerbefehlseinheit von außen umgeschaltet werden kann. Daher können die Betriebszustände einer Vielzahl von Slave-Antriebssteuerbefehlseinheiten, die aktuell auf der Basis von seriellen Daten betrieben werden, die von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit zugeführt werden, von Asynchronbetrieb in Synchronbetrieb oder umgekehrt umgeschaltet werden.

Parallel-Seriell-Wandler zur Abgabe eines Anforderungssignals, das eine Positionsdetektoreinrichtung zur Übertragung von Positionsdaten nach Maßgabe von Anforderungsinformation von einem Mikrocomputer auffordert, ein Seriell-Parallel-Wandler, der die von der Positionsdetektoreinrichtung empfangenen Positionsdaten in parallele Daten umwandelt, die in dem Mikrocomputer verarbeitet werden können, und eine Kommunikationsprüfeinheit, die prüft, ob die Positionsdaten normal empfangen werden, sind ferner vorgesehen, so daß nur das Anforderungssignal von der Master-Antriebssteuerbefehlseinheit die Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung anfordern kann, so daß die Einheit die Positionsdaten empfängt.

Wenn ein Kommunikationsfehler auftritt, überträgt

eine Antriebssteuerbefehlseinheit, die der Master ist, erneut ein Anforderungssignal an eine Positionsdetektoreinrichtung, so daß nur diejenige Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Kommunikationsfehler auftritt, eine Positionsinformation erneut empfangen kann. Daher kann eine Gleichlaufabweichung der Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Kommunikationsfehler auftritt, auf ein Minimum unterdrückt werden, und selbst bei Auftreten eines Kommunikationsfehlers kann ein normaler Synchronbetrieb, der frei von Gleichlaufabweichungen ist, rasch wieder hergestellt werden.

Wenn in einem Slave ein Kommunikationsfehler auftritt, werden ein Fehlersignalgenerator und ein Fehlersignal, die bei der Synchronprüfung genutzt werden, gemeinsam genutzt, um das Auftreten des Kommunikationsfehlers an den Master zu melden. Daher kann die Konfiguration der Schaltung vereinfacht und die Zahl der Leitungsdrähte verringert werden.

Patentansprüche

1. Antriebssteuerbefehlseinheit, gekennzeichnet durch einen Betriebstaktgenerator (9), der ein Betriebstaktsignal erzeugt; einen Unterbrechungsgenerator (11), der zu jedem Zyklus des Betriebstaktsignals ein Unterbrechungssignal abgibt; eine Stationsnummereinstelleinrichtung (13) zum Einstellen einer Stationsnummer, die angibt, ob die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit (1a) oder als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (1b) betrieben wird; eine Synchrontaktsignal-Übertragungseinrichtung (15), die nur dann, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (1a) betrieben wird, ein Synchrontaktsignal auf der Basis des Betriebstaktsignals abgibt; eine Synchronsteuereinrichtung (18), die nur dann, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (1b) betrieben wird, ein Synchronbetriebsstartsignal auf der Basis eines Fehlerzustandssignals, das einen Synchronbetriebs-Bereitschaftszustand und einen Synchronzustand bezeichnet, und des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals abgibt; eine Synchronprüfeinrichtung (22), die beurteilt, ob der Betrieb der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit (1b) mit dem Betrieb der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit (1a) synchron ist; einen Fehlersignalgenerator (24), der auf der Basis des Fehlerzustandssignals ein Fehler-signal abgibt; und einen Mikrocomputer (8), der, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (1a) betrieben wird, ein Bewegungsstartsignal abgibt und eine Synchronsteuerung ausführt und, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (1b) betrieben wird, eine Synchronsteuerung nach Maßgabe einer Eingabe eines Bewegungsstartsignals ausführt.

2. Antriebssteuerbefehlseinheit nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch Zähler (29, 30), die ein von einem Quarzschwinger (28) abgegebenes Takt-signal in $1/N$ Teile teilen, um das Betriebstakt-signal zu erzeugen, wobei N eine ganze Zahl ist; einen Zwischenspeicher (42) zum Zwischenspeichern des Werts der Zähler in dem Augenblick, in dem sich der Pegel des Synchrontaktsignals ändert; und eine Synchronprüfeinrichtung (22), die den zwischengespeicherten Inhalt des Zwischenspeichers mit einem vorher eingegebenen Wert vergleicht und prüft, ob die Synchronisation normal ist oder nicht.

3. Synchronsteuersystem mit einer Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten (1a, 1b), dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit (1a) ein Synchrontaktsignal und ein Bewegungsstartsignal an eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (1b) abgibt und daß die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (1b) ein Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit (1a) auf der Basis des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchrontaktsignals synchronisiert und auf der Basis des empfangenen Bewegungsstartsignals einen Synchronbetrieb ausführt.

4. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, wobei ein Schritt vorgesehen ist, in dem beurteilt wird, ob eine der Einheiten als eine erste oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Beurteilung, daß die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Beurteilen der Vollständigkeit der Bereitschaft der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit; bei Beurteilung der Vollständigkeit der Bereitschaft, Abgeben eines Synchrontaktsignals an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit, um sie in einem Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit zu synchronisieren; Ausführen eines Ablaufs der Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand, Anhalten des Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb in der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und, wenn der Synchronbetrieb beendet ist, Anhalten der Abgabe des Synchrontaktsignals an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit und Veranlassen der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit, den Synchronbetrieb abubrechen, und Beenden des Synchronbetriebs.

5. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, wobei beurteilt wird, ob eine der Einheiten als eine erste oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Beurteilung, daß die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Ausführen der Vorbereitung zum Betrieb und, nach Abschluß der Vorbereitung, Mitteilen des Abschlusses der Betriebsvorbereitung an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit; Warten auf den Empfang eines Synchrontaktsignals von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit; bei Empfang des Synchrontaktsignals Ausführen eines Ablaufs zur Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei nicht befriedigendem Synchronzustand, Abgeben eines Fehlersignals an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb in der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und bei beendetem Synchronbe-

trieb Veranlassen, daß der Synchronbetrieb angehalten wird, und Beenden des Synchronbetriebs.

6. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, wobei beurteilt wird, ob eine der Einheiten als eine erste oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Beurteilung, daß die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Beurteilen der Vollständigkeit der Bereitschaft der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit; bei Beurteilung der Vollständigkeit der Bereitschaft, Abgeben eines Synchrontaktsignals an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit zur Synchronisierung in einem Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit; Ausführen eines Ablaufs der Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb bei der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und, wenn der Synchronbetrieb beendet ist, Veranlassen, daß die Abgabe des Synchrontaktsignals an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit aufhört, und Veranlassen der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit, den Synchronbetrieb anzuhalten, und Beenden des Synchronbetriebs; und

bei Beurteilung, daß die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Ausführen der Vorbereitung zum Betrieb und nach Abschluß der Vorbereitung Melden des Abschlusses der Betriebsvorbereitung an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit; Warten auf den Empfang eines Synchrontaktsignals von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit; nach Empfang des Synchrontaktsignals Ausführen eines Ablaufs der Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand Abgeben eines Fehlersignals an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb in der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und bei beendetem Synchronbetrieb Veranlassen, daß der Synchronbetrieb abgebrochen wird, und Beenden des Synchronbetriebs.

7. Antriebssteuerbefehlseinheit (82a, 82b), gekennzeichnet durch einen Mikrocomputer (8); einen Betriebstaktgenerator (9), der ein Betriebstaktsignal erzeugt; einen Unterbrechungsgenerator (11), der bei jedem Zyklus des Betriebstaktsignals ein Unterbrechungssignal an den Mikrocomputer abgibt; eine Stationsnummereinstelleinrichtung (13) zum Einstellen einer Stationsnummer, die angibt, ob die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit (82a) oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (82b) betrieben wird; Parallel-Seriell-Wandler (84a, 84b), die, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (82a) betrieben wird, parallele Daten von dem Mikrocomputer (8) in se-

rielle Daten umwandeln; Seriell-Parallel-Wandler (85a, 85b), die, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (82b) betrieben wird, von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit (82a) empfangene serielle Daten in parallele Daten umwandeln, die in dem Mikrocomputer (8) verarbeitet werden können; Schiebetaktsignalgeneratoren (82a, 82b) zur Abgabe eines Schiebetaktsignals, das den Takt bezeichnet, in dem die Parallel-Seriell-Wandler (84a, 84b) oder die Seriell-Parallel-Wandler (85a, 85b) die seriellen Daten übertragen bzw. empfangen; und einen Codevergleicher (87), der, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (82b) betrieben wird, doppelt empfangene serielle Daten miteinander vergleicht und prüft, ob eine Abnormalität vorliegt, und eine Betriebsart erkennt, um einen Betriebszustand von einem Asynchronbetrieb in einen Synchronbetrieb oder umgekehrt umzuschalten, wobei der Mikrocomputer (8), wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (82a) betrieben wird, ein Bewegungsstartsignal abgibt und eine Synchronsteuerung ausführt und, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (82b) betrieben wird, eine Synchronsteuerung nach Maßgabe der Eingabe eines Bewegungsstartsignals ausführt.

8. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, wobei beurteilt wird, ob eine der Einheiten als eine erste oder als eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Beurteilung, daß die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Abgeben von seriellen Daten an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit; Beurteilen des Abschlusses der Bereitschaft der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit; Ausführen eines Ablaufs der Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb bei der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und, wenn der Synchronbetrieb beendet ist, Veranlassen, daß die Abgabe des Synchronkontaktsignals an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit angehalten wird und daß die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit den Synchronbetrieb anhält, und Beenden des Synchronbetriebs.

9. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, wobei beurteilt wird, ob eine der Einheiten als eine erste oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Beurteilung, daß die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Warten auf den Empfang von seriellen Daten von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit; Ausführen der Vorbereitung zum Betrieb und nach Abschluß der Vorbereitung Melden des Abschlusses der Betriebsvorbereitung an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit; bei Empfang der seriellen Daten, Ausführen eines Ablaufs zur Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurtei-

len, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand, Abgeben eines Fehlersignals an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb bei der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und, wenn der Synchronbetrieb beendet ist, Veranlassen des Anhaltens des Synchronbetriebs und Beenden des Synchronbetriebs.

10. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, wobei beurteilt wird, ob eine der Einheiten als eine erste oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Beurteilung, daß die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Abgeben von seriellen Daten an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit; Beurteilen des Abschlusses der Bereitschaft der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit; Ausführen eines Ablaufs der Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb bei der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und, wenn der Synchronbetrieb beendet ist, Veranlassen, daß die Abgabe des Synchronkontaktsignals an die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit angehalten wird, und daß die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit den Synchronbetrieb anhält, und Beenden des Synchronbetriebs; und

bei Beurteilung, daß die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Warten auf den Empfang von seriellen Daten von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit; Ausführen der Vorbereitung zum Betrieb und nach Abschluß der Vorbereitung Melden des Abschlusses der Betriebsvorbereitung an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit; bei Empfang der seriellen Daten, Ausführen eines Ablaufs der Steuerung einer Position und einer Geschwindigkeit an einer Antriebssteuereinheit, die eine Antriebseinheit steuert; Beurteilen, ob ein Synchronzustand befriedigend ist; bei befriedigendem Synchronzustand, Ausführen eines Synchronbetriebs; bei unbefriedigendem Synchronzustand, Abgeben eines Fehlersignals an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit, Anhalten eines Synchronbetriebs und Abgeben eines Gleichlaufabweichungs-Alarms; Beurteilen, ob der Synchronbetrieb bei der Ausführung des Synchronbetriebs beendet ist; und, wenn der Synchronbetrieb beendet ist, Veranlassen des Anhaltens des Synchronbetriebs und Beenden des Synchronbetriebs.

11. Antriebssteuerbefehlseinheit (113), gekennzeichnet durch einen Mikrocomputer (8); einen Betriebstaktgenerator (9), der ein Betriebstaktsignal erzeugt; einen Unterbrechungsgenerator (11), der zu jedem Zyklus des Betriebstaktsignals ein Unterbrechungssignal an den Mikrocomputer (8) abgibt; eine Stationsnummereinstelleinrichtung (13) zum Einstellen einer Stationsnummer, die angibt, ob die Einheit als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit

(113a) oder eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (113b) betrieben wird; eine Synchronkontaktsignal-Übertragungseinrichtung (15), die nur dann, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) betrieben wird, ein Synchronkontaktsignal auf der Basis des Betriebstaktsignals abgibt; eine Synchronsteuereinrichtung (18), die nur dann, wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (113b) betrieben wird, ein Synchronbetriebsstartsignal auf der Basis eines Fehlerzustandssignals, das einen Synchronbetrieb-Bereitschaftszustand und einen Synchronzustand bezeichnet, und des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) empfangenen Synchronkontaktsignals abgibt; eine Synchronprüfeinheit (22), die prüft, ob der Betrieb der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit (113b) mit dem Betrieb der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) synchron ist; einen Fehlersignalgenerator (24), der auf der Basis des Fehlerzustandssignals ein Fehlersignal abgibt; einen Parallel-Seriell-Wandler (108), der, wenn die Einheit als die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) betrieben wird, ein Anforderungssignal abgibt, das eine Positionsdetektoreinrichtung (114) veranlaßt, Positionsdaten nach Maßgabe von Anforderungsdaten von dem Mikrocomputer (8) zu übertragen; einen Seriell-Parallel-Wandler (109), der die von der Positionsdetektoreinrichtung (114) in serieller Form empfangenen Positionsdaten in parallele Daten umwandelt; und eine Kommunikationsprüfeinheit (110), die prüft, ob die Positionsdaten normal eingegeben werden.

12. Antriebssteuerbefehlseinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn ein Kommunikationsfehler in der zweiten Antriebssteuerbefehlseinheit (113b) auftritt, der Fehlersignalerzeuger (24) und das Fehlersignal, die bei der Synchronprüfung genutzt werden, gemeinsam genutzt werden, um das Auftreten des Kommunikationsfehlers an die erste Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) zu melden.

13. Synchronsteuersystem, das eine Positionsdetektoreinrichtung (114) und eine Vielzahl von Antriebssteuerbefehlseinheiten (113a, 113b) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) ein Synchronkontaktsignal und, ein Bewegungsstartsignal an eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (113b) abgibt, ein Anforderungssignal an die Positionsdetektoreinrichtung (114) abgibt und einen Synchronbetrieb synchron mit Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung (114) ausführt, und daß die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit (113b) in einem Betriebstaktsignal mit der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit (113a) auf der Basis des von der ersten Antriebssteuerbefehlseinheit empfangenen Synchronkontaktsignals synchronisiert ist und einen Synchronbetrieb synchron mit dem empfangenen Bewegungsstartsignal und den Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung (114) ausführt.

14. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

wenn eine der Einheiten als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Abgeben eines Anforderungssignals an eine Positionsdetektorein-

richtung, wobei das Anforderungssignal die Positionsdetektoreinrichtung auffordert, für einen Synchronbetrieb erforderliche Daten zu übertragen, und Abgeben von Alarminformation; Warten auf den Empfang von Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung aufgrund des Anforderungssignals; Beurteilen, ob der Empfang der Positionsdaten normal durchgeführt wird und auch eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit einschließt; bei normalem Empfang der Positionsdaten, Sperren des Empfangs der Positionsdaten und Warten auf den Ablauf einer gegebenen Periode, bevor die nächsten Positionsdaten ausgelesen werden; und bei abnormalem Empfang der Positionsdaten, Beurteilen der Anzahl von Wiederholungsoperationen und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder kleiner als eine vorgegebene Anzahl ist, Ablaufrücksprung zu dem Schritt der Übertragung des Anforderungssignals an die Positionsdetektoreinrichtung, und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder größer als die vorgegebene Anzahl ist, Abgeben eines Alarms, Anhalten des Synchronbetriebs und Beenden des Ablaufs.

15. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

bei Einstellung der Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit, Warten auf den Empfang von Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung aufgrund des Anforderungssignals; Beurteilen, ob der Empfang der Positionsdaten normal ausgeführt wird; bei normalem Empfang der Positionsdaten, Sperren des Empfangs der Positionsdaten und Warten auf den Ablauf einer gegebenen Periode, bevor nächste Positionsdaten ausgelesen werden; und bei abnormaler Durchführung des Empfangs der Positionsdaten, Beurteilen der Anzahl von Wiederholungsoperationen und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder kleiner als eine vorgegebene Anzahl ist, Ablaufrücksprung zu dem Schritt des Wartens auf den Empfang von Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung aufgrund des Anforderungssignals, und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder größer als die vorgegebene Anzahl ist, Abgeben eines Alarms, Anhalten des Synchronbetriebs und Beenden des Ablaufs,

wobei nur eine Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Empfang der Positionsdaten abnormal ausgeführt wird, erneut Positionsdaten empfängt.

16. Synchronsteuerverfahren für Antriebssteuerbefehlseinheiten, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

wenn eine der Einheiten als eine erste Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Abgeben eines Anforderungssignals an eine Positionsdetektoreinrichtung, wobei das Anforderungssignal die Positionsdetektoreinrichtung zur Übertragung von Positionsdaten auffordert, die für einen Synchronbetrieb notwendig sind, und Abgeben von Alarminformation; Warten auf den Empfang von Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung aufgrund des Anforderungssignals; Beurteilen, ob der Empfang der Positionsdaten normal ausgeführt wird und auch eine zweite Antriebssteuerbefehlseinheit einschließt; bei normaler Ausführung des Empfangs der Positionsdaten, Sperren des Empfangs der Positionsdaten und Warten auf den Ab-

lauf einer gegebenen Periode, bevor nächste Positionsdaten ausgelesen werden; und bei abnormaler Ausführung des Empfangs der Positionsdaten, Beurteilen der Anzahl von Wiederholungsoperationen und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder kleiner als eine vorgegebene Anzahl ist, Ablaufrücksprung zu dem Schritt der Übertragung des Anforderungssignals an die Positionsdetektoreinrichtung, und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder größer als die vorgegebene Anzahl ist, Abgeben eines Alarms, Anhalten des Synchronbetriebs und Beenden des Ablaufs; und wenn die Einheit als die zweite Antriebssteuerbefehlseinheit eingestellt ist, Warten auf den Empfang von Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung aufgrund des Anforderungssignals; Beurteilen, ob der Empfang der Positionsdaten normal ausgeführt wird; bei normalem Empfang der Positionsdaten, Sperren des Empfangs der Positionsdaten und Warten auf den Ablauf einer gegebenen Periode, bevor nächste Positionsdaten ausgelesen werden; und bei abnormalem Empfang der Positionsdaten, Beurteilen der Anzahl Wiederholungsoperationen und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder kleiner als eine vorgegebene Anzahl ist, Ablaufrücksprung zu dem Schritt des Wartens auf den Empfang von Positionsdaten von der Positionsdetektoreinrichtung aufgrund des Anforderungssignals und, wenn die Wiederholungsanzahl gleich wie oder größer als die vorgegebene Anzahl ist, Abgeben eines Alarms, Anhalten des Synchronbetriebs und Beenden des Ablaufs, wobei nur eine Antriebssteuerbefehlseinheit, in der der Empfang der Positionsdaten abnormal ausgeführt wird, erneut Positionsdaten empfängt.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

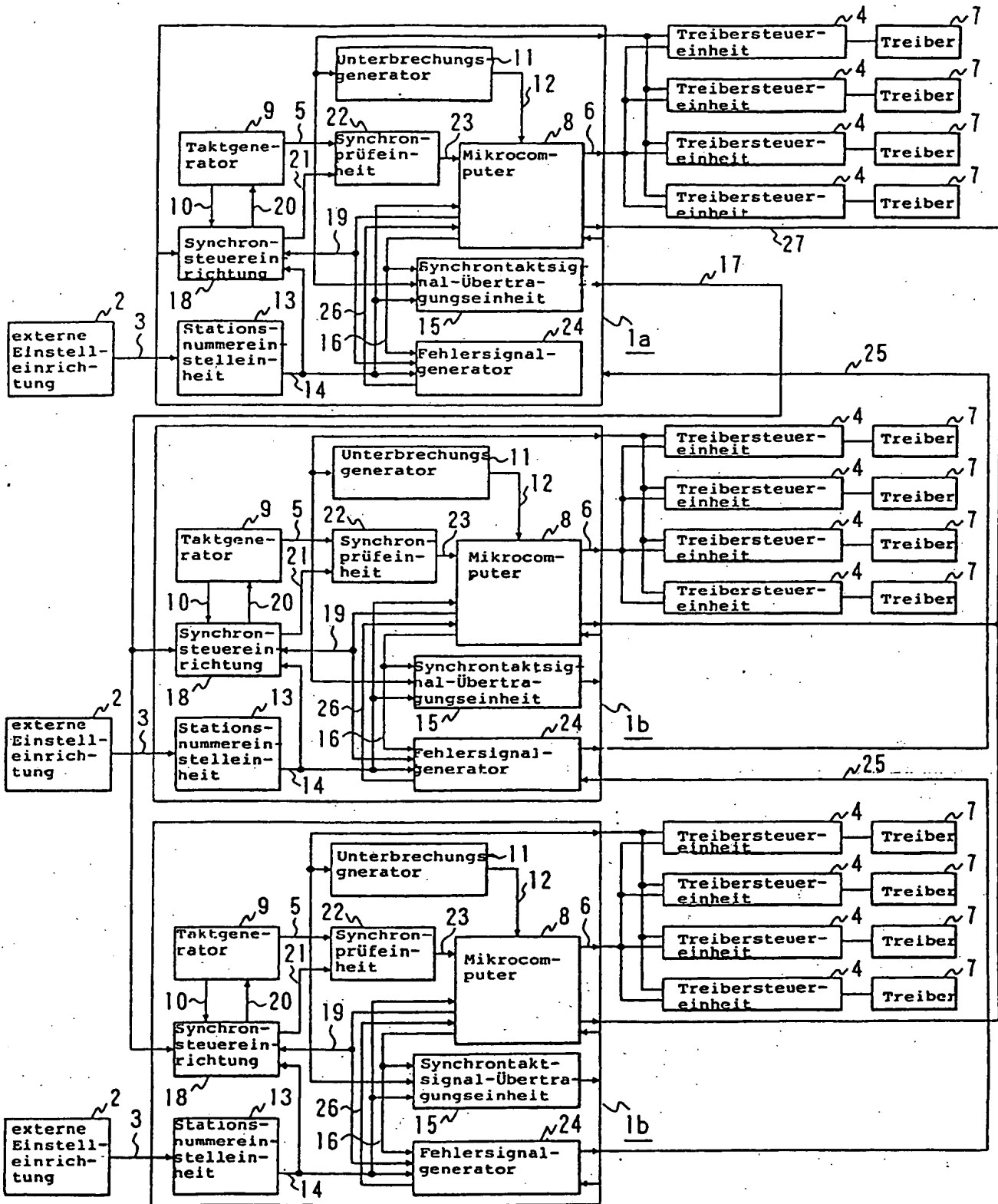


FIG. 2

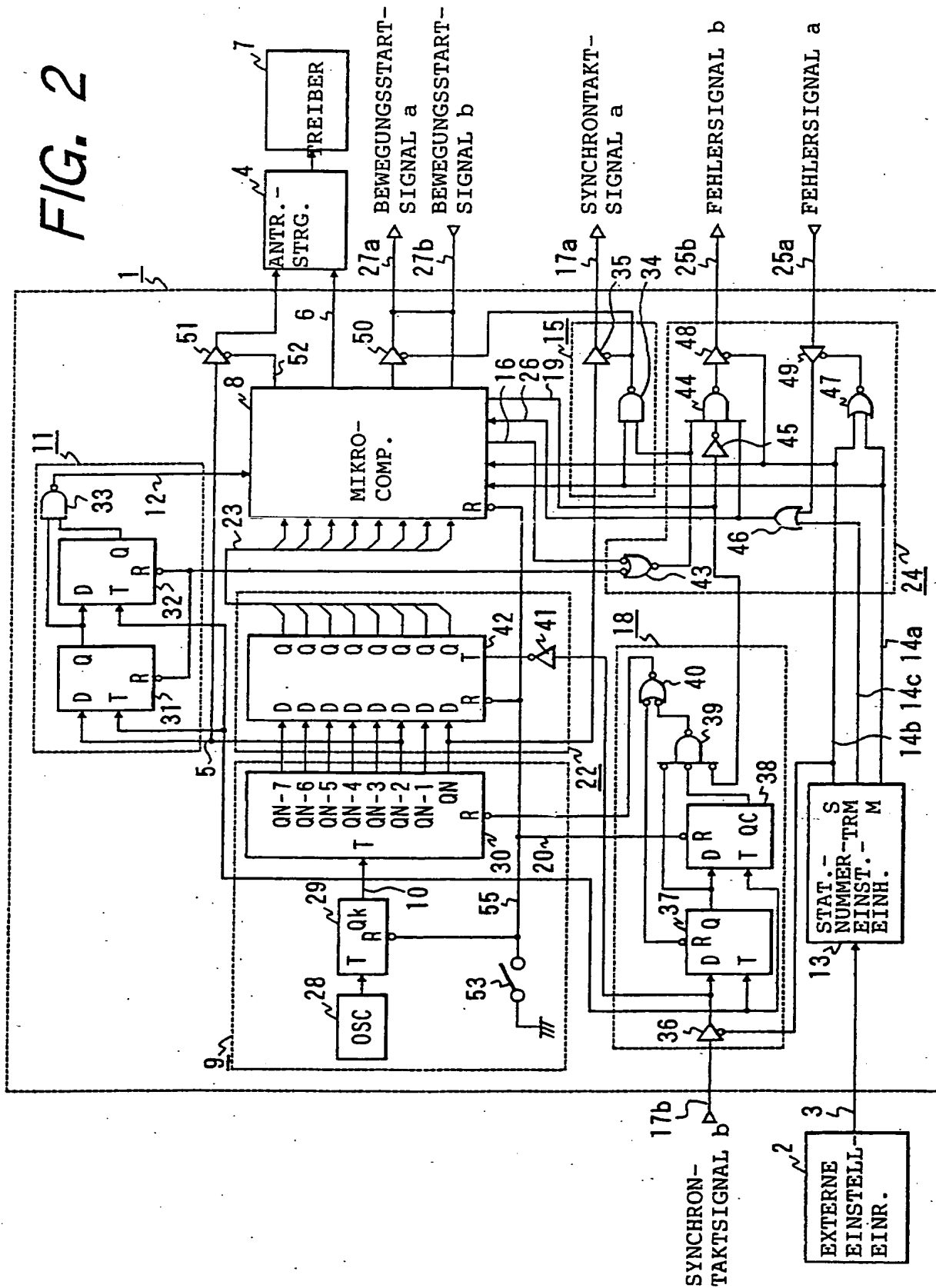


FIG. 3A

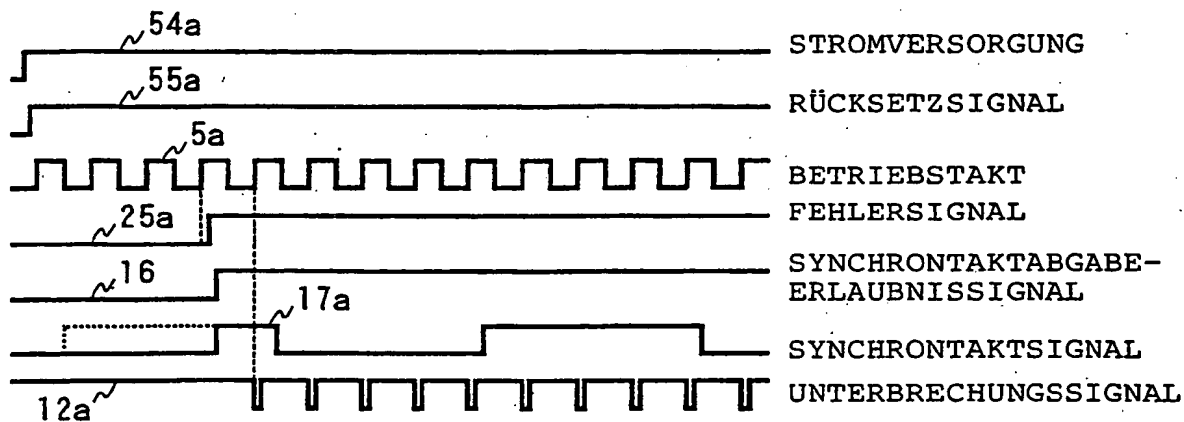


FIG. 3B

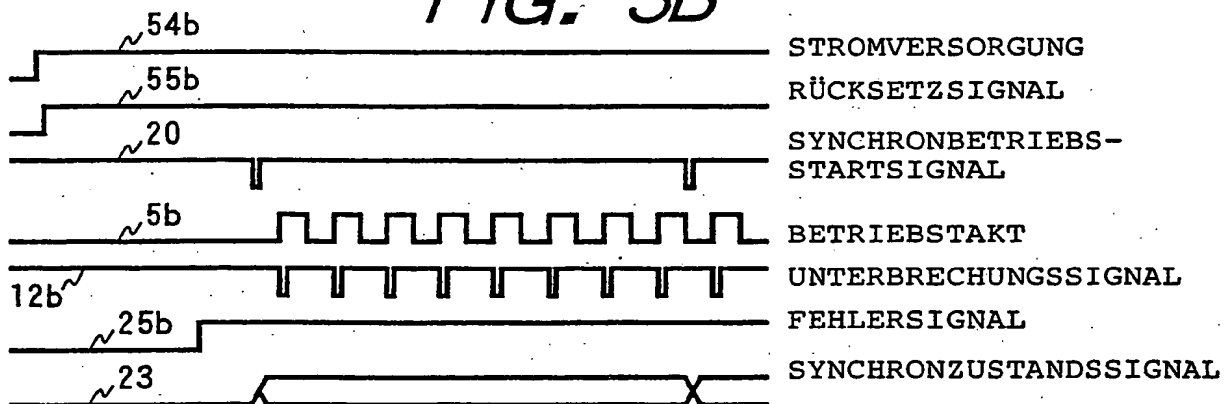


FIG. 3C

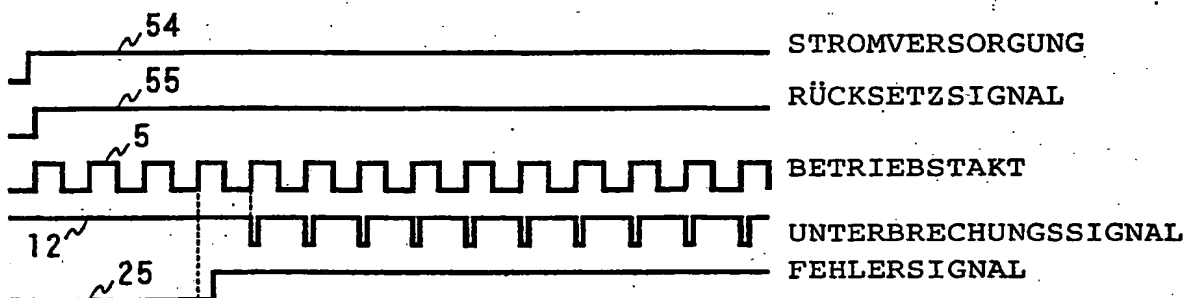


FIG. 4

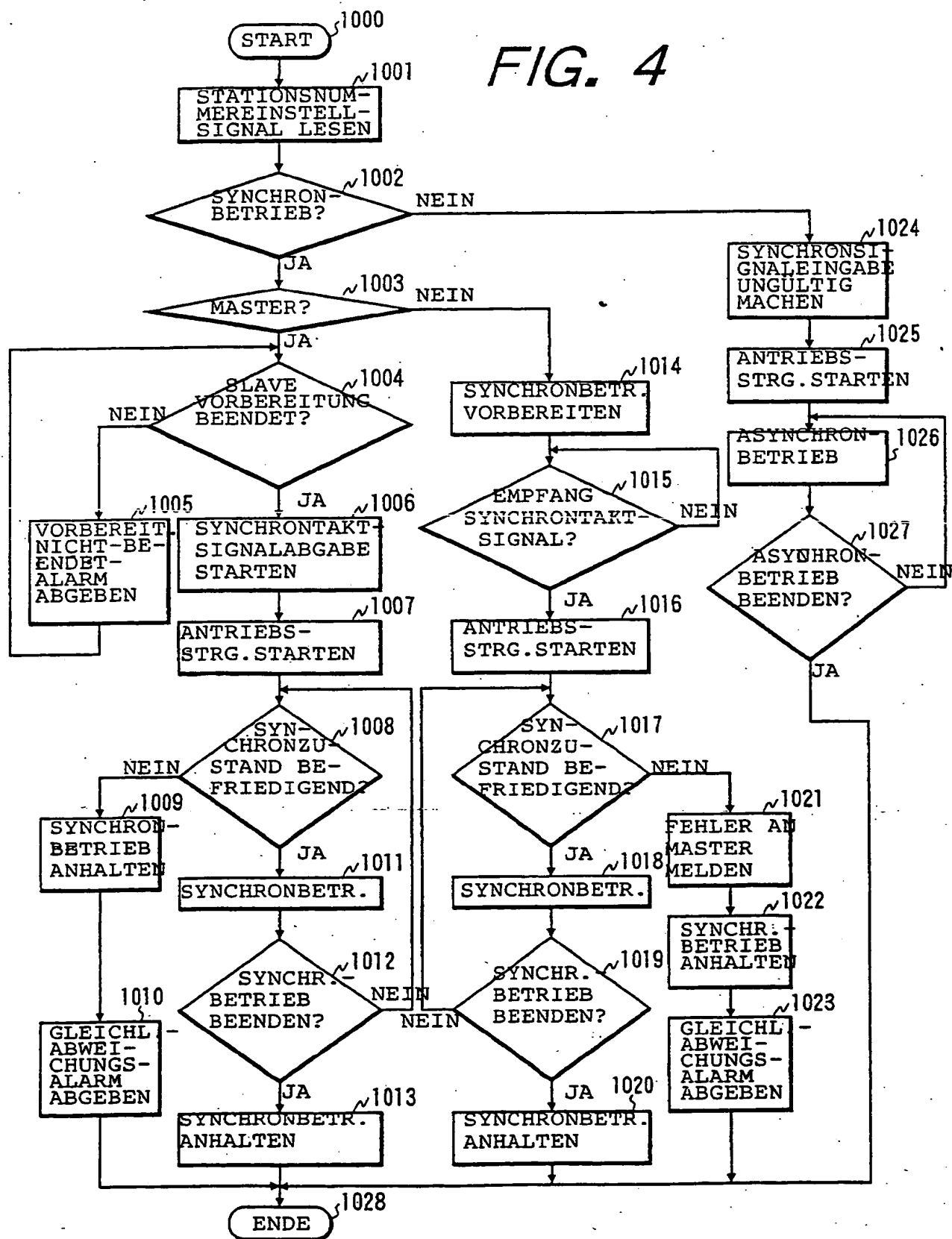


FIG. 5

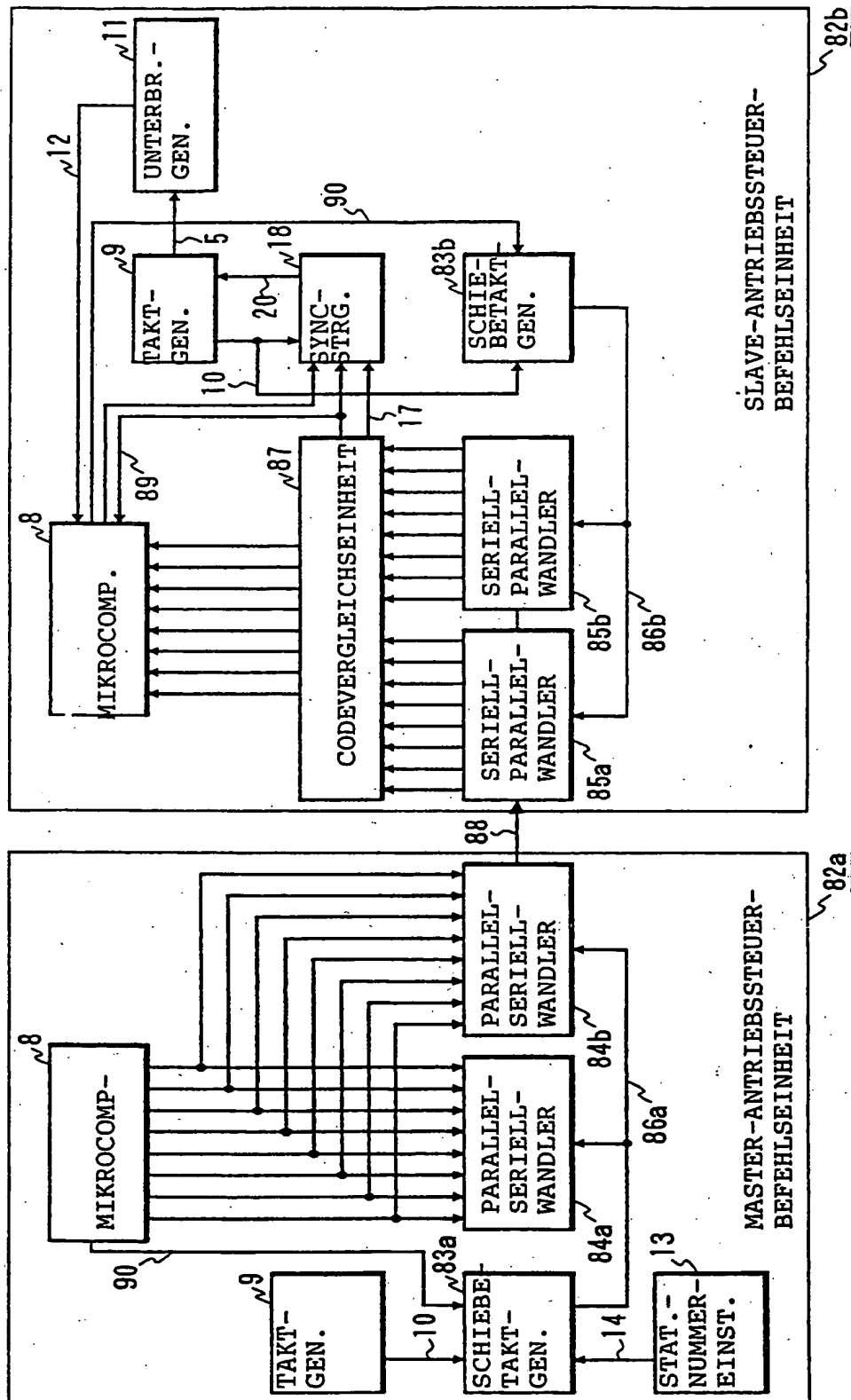


FIG. 6

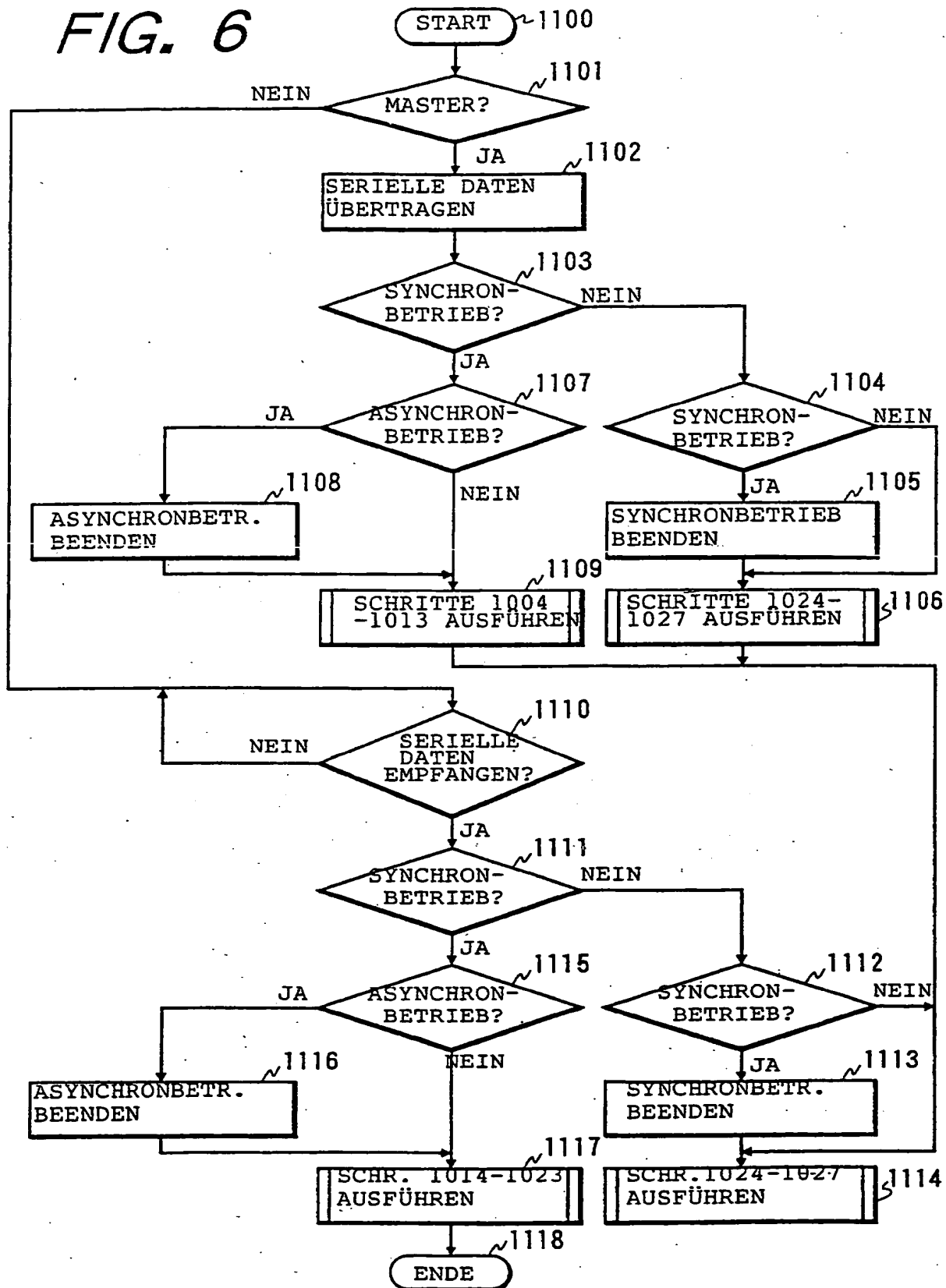


FIG. 7

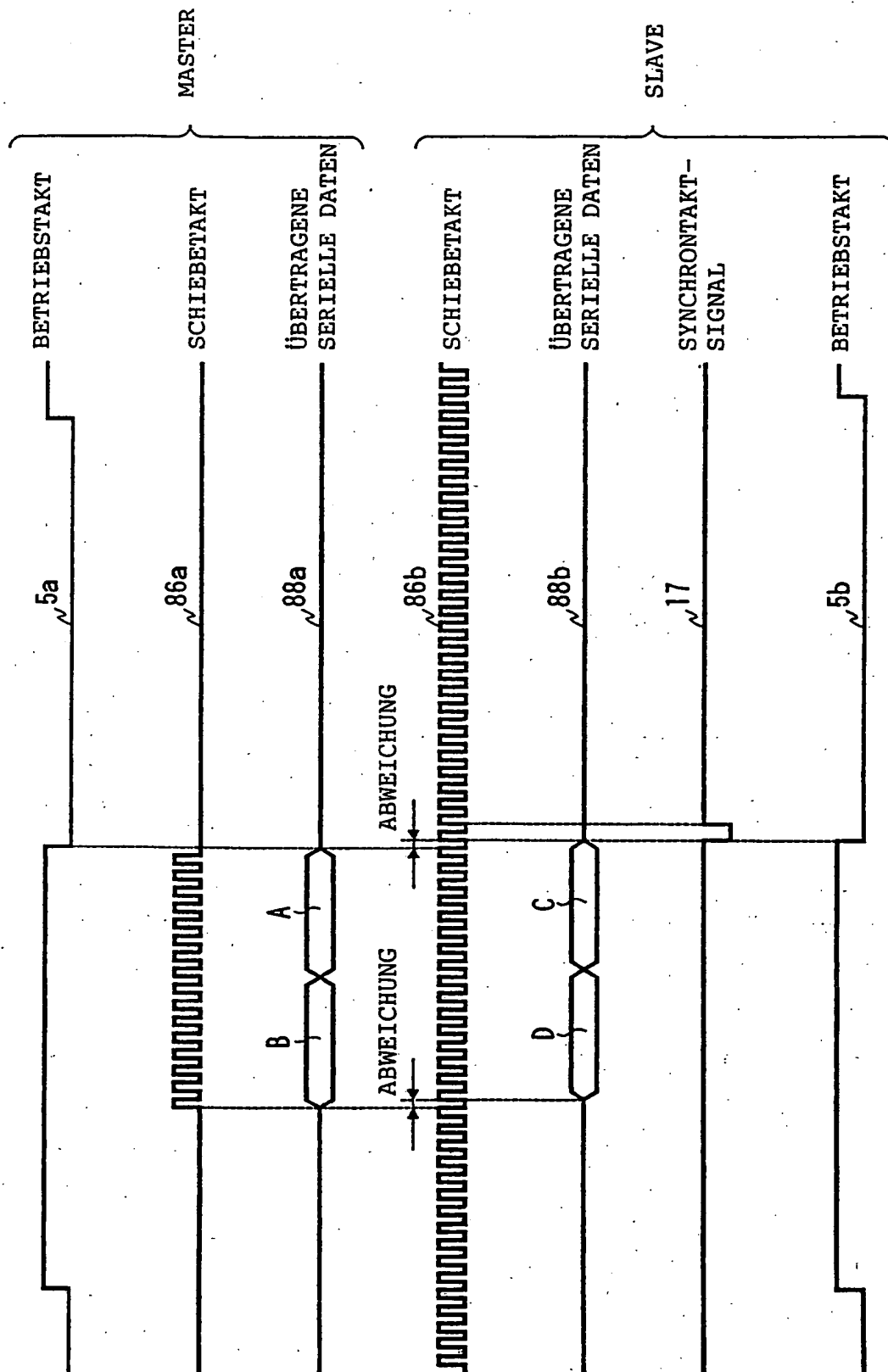


FIG. 8

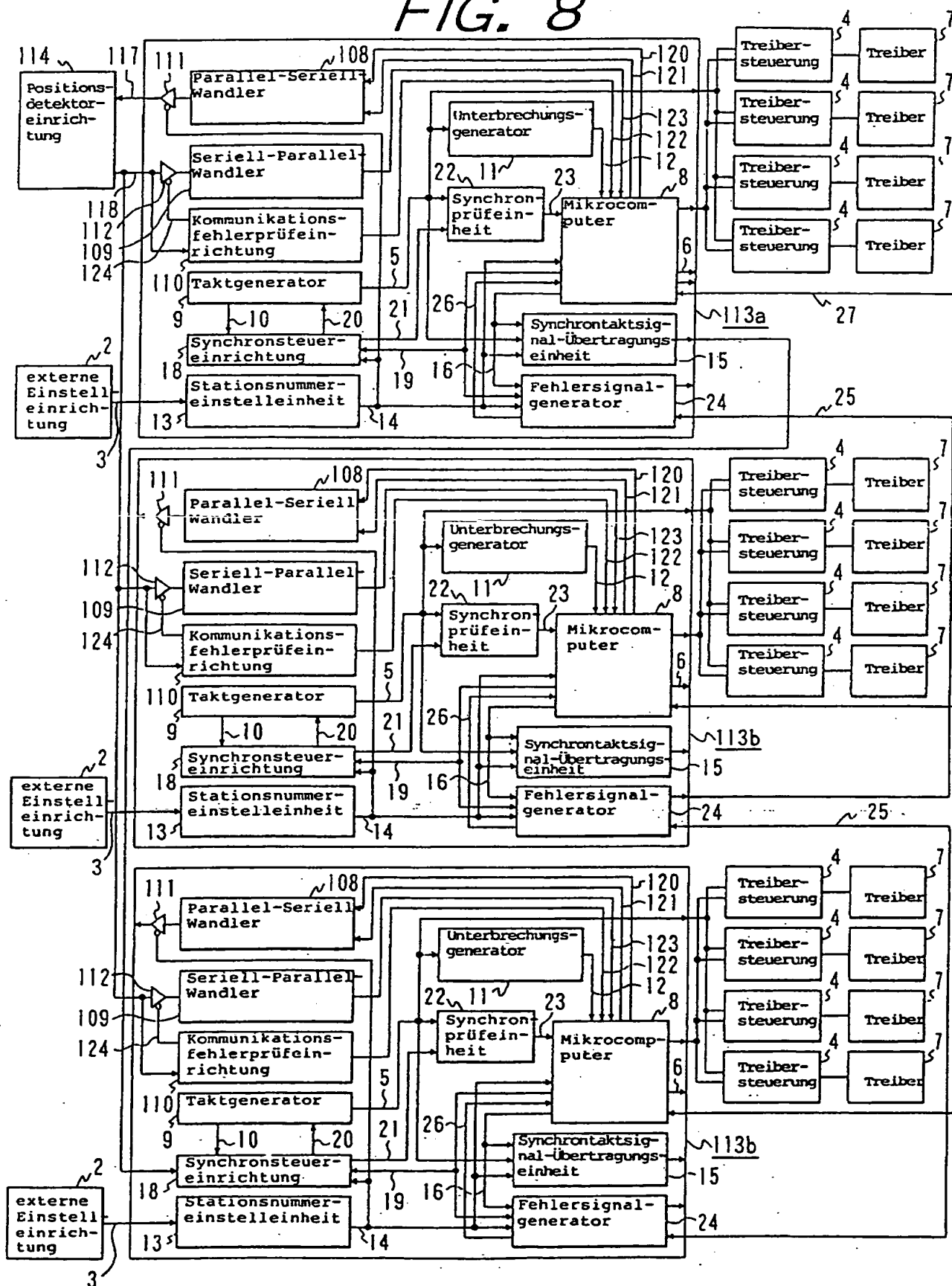


FIG. 9

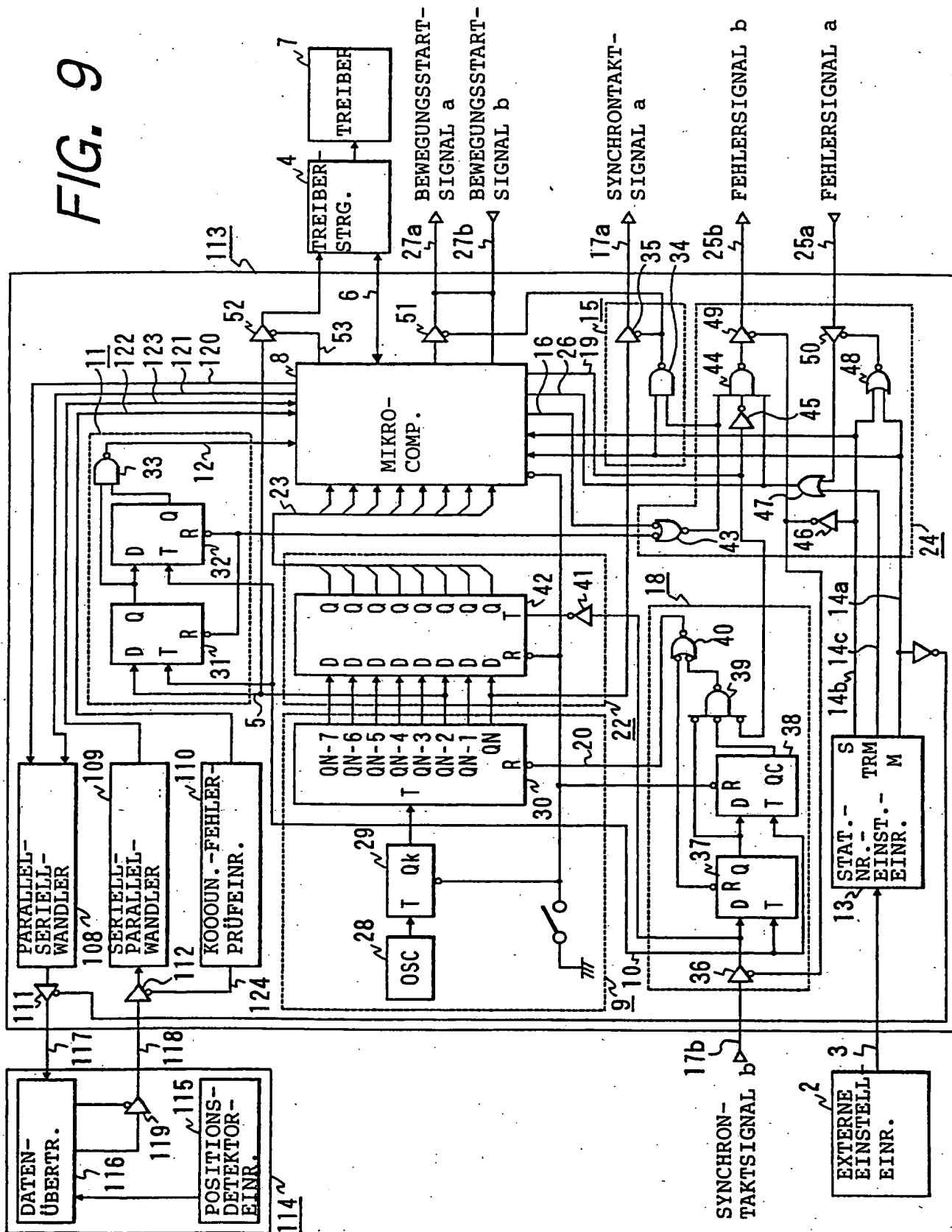


FIG. 10

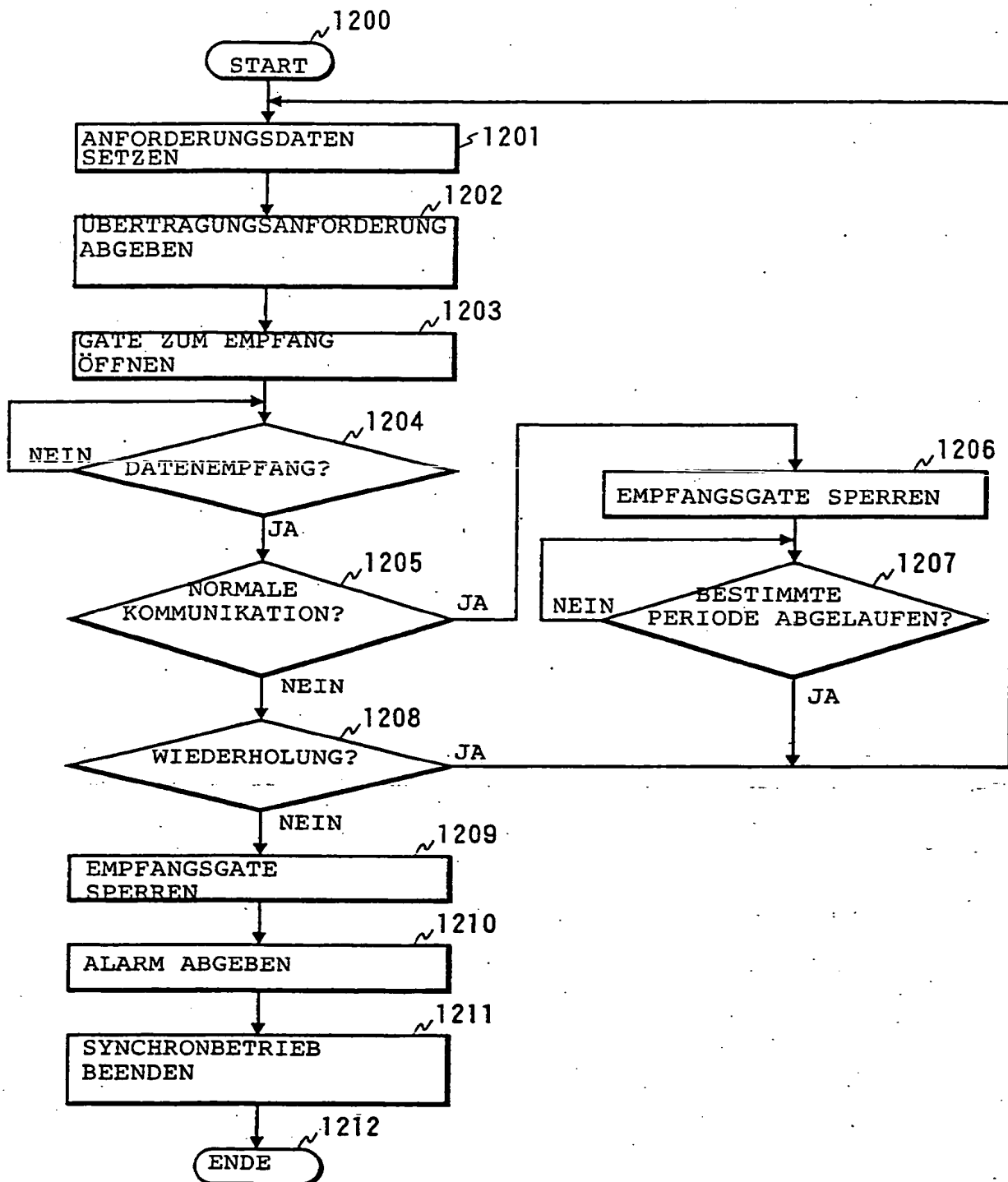


FIG. 11

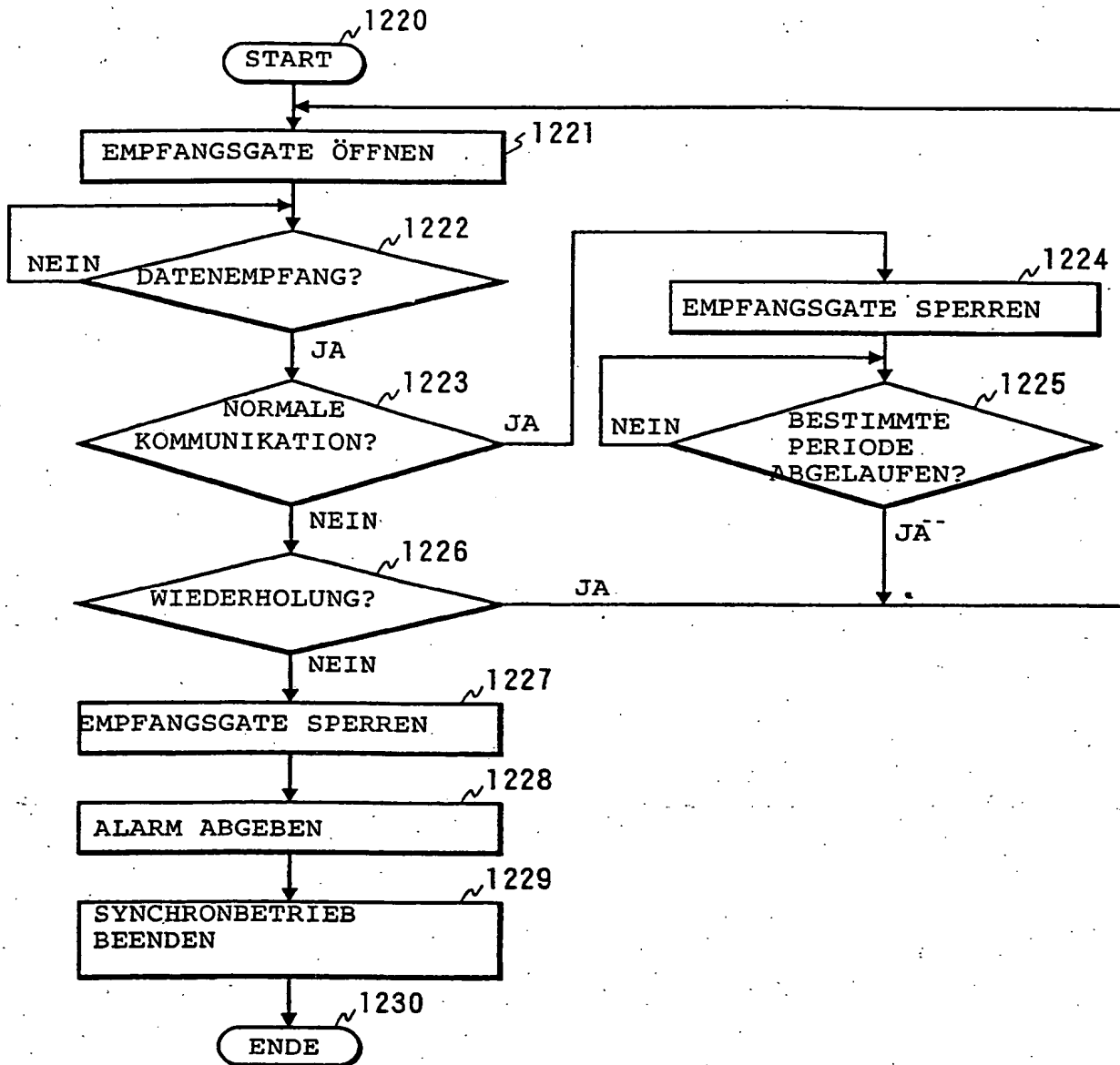


FIG. 12

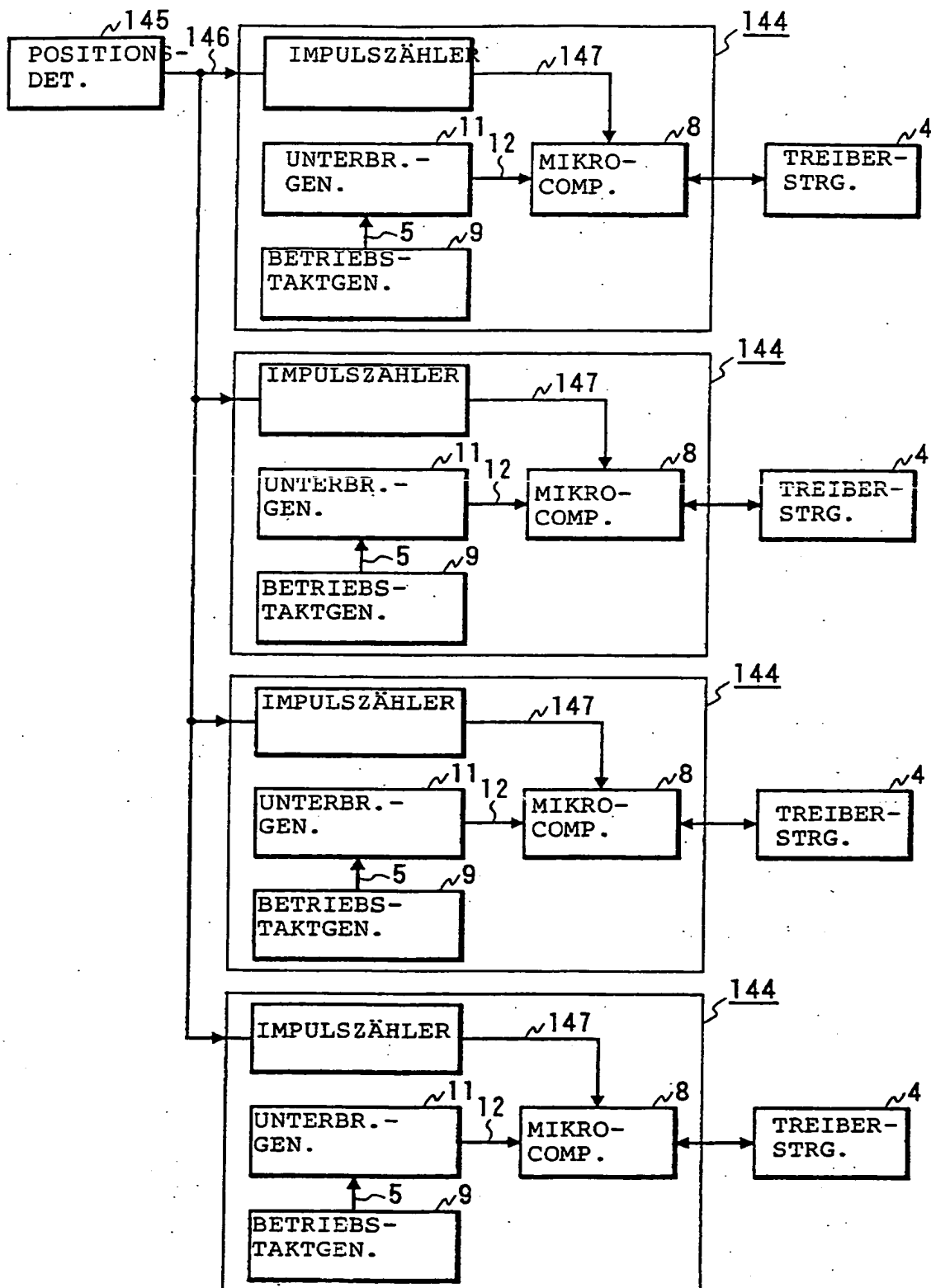


FIG. 13

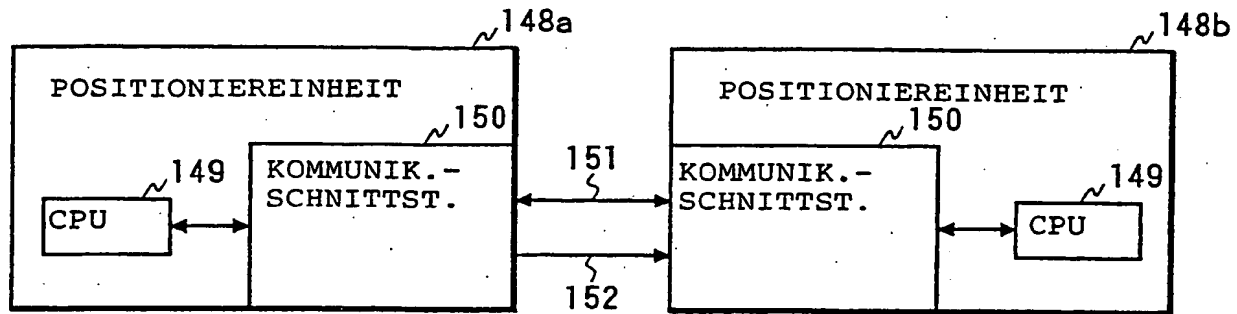


FIG. 14

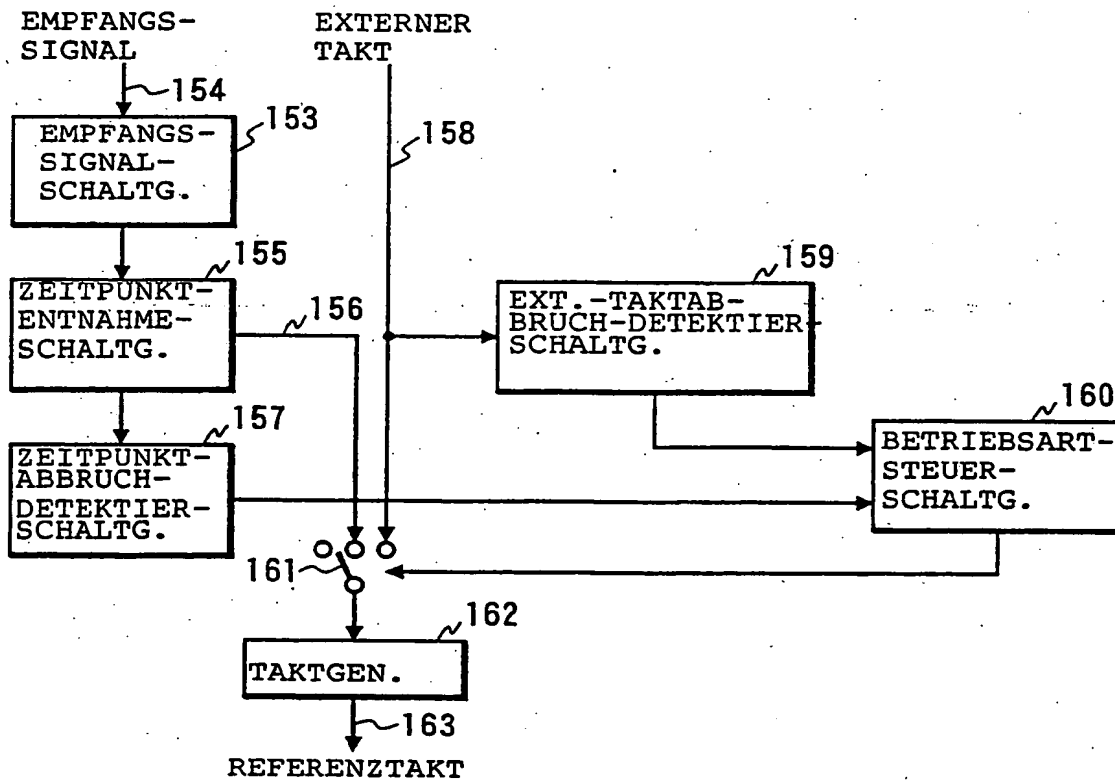


FIG. 15A

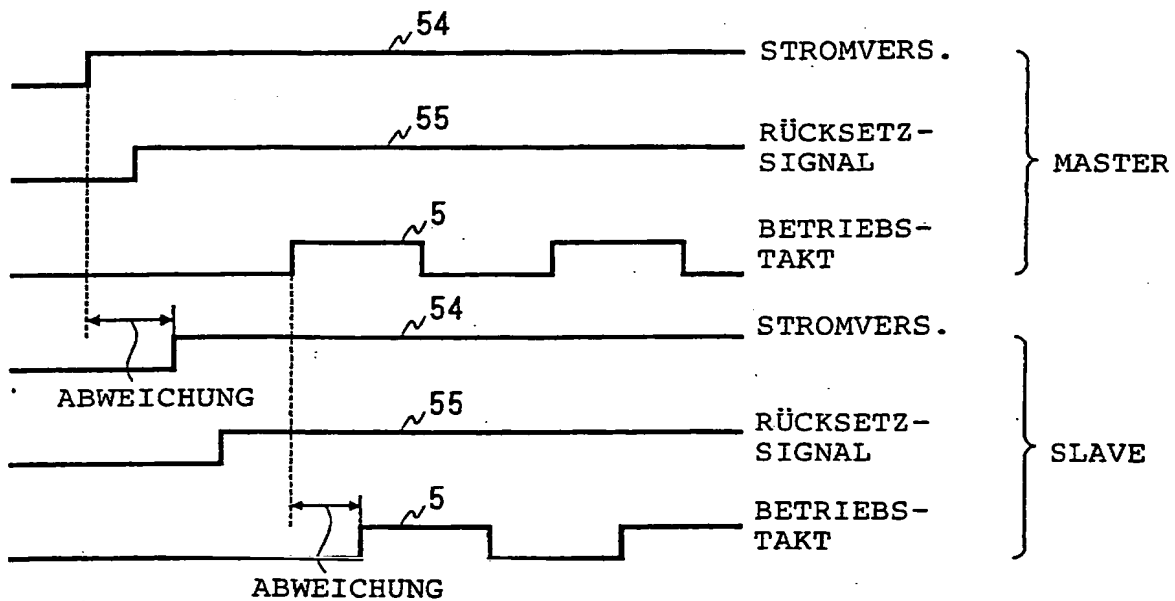
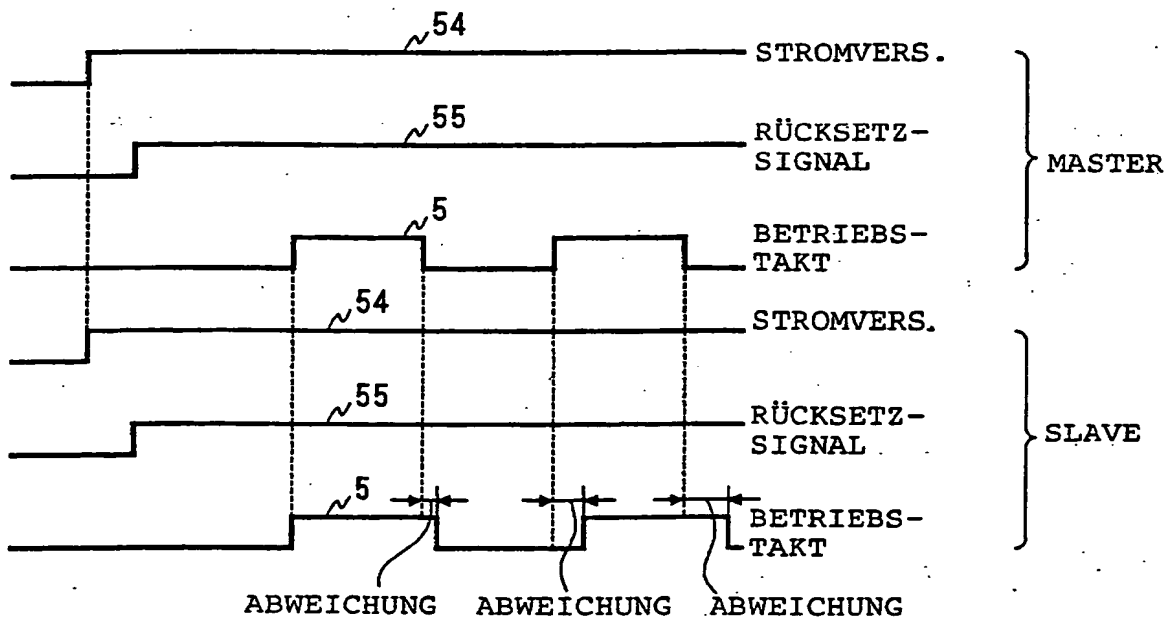


FIG. 15B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)